*Band 43 / Heft 2* *Oktober 1958*

E & A

# ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

MONWEALTH INST.
OMOLOGY LIBRARY
17 NOV 1958
AL Eu. 270
ARATE

BEGRÜNDET VON K. ESCHERICH

HERAUSGEGEBEN VON

W. ZWÖLFER

Dr. rer. nat., o. ö. Professor für angewandte Zoologie
an der Universität München

Mit 32 Abbildungen

VERLAG PAUL PAREY · HAMBURG UND BERLIN
POSTVERLAGSORT HAMBURG

# Inhalt

ORIGINALAUFSÄTZE

Die natürlichen Feinde der Tetranychiden. Von J. Berker .. .. .. .. 115

Untersuchungen über den Einfluß neuzeitlicher Insektizide und Fungizide auf die Blutlauszehrwespe (*Aphelinus mali* Hald.). Von H. Schneider .. .. 173

Über unentbehrliche Wirkstoffe bei der Aufzucht der Kleidermotte. Von E. Titschack u. W. Wodsak .. .. .. .. .. .. .. .. 197

Carl Börner. Naturwissenschaftliche Arbeit 1900–1950. Von W. Speyer .. .. 208

PERSONALIEN

Prof. Carl Friederichs zum 80. Geburtstag. Von B. Schaerffenberg .. .. 226

Prof. Ernst Merker zum 70. Geburtstag. Von O. Eichhorn .. .. .. .. 229

Prof. Heinrich Prell 70 Jahre. Von H. W. Nolte .. .. .. .. .. .. 231

---

*Schriftleitung:* Alle Einsendungen sind mit dem ausdrücklichen Vermerk „Für Zeitschrift für angewandte Entomologie" ausschließlich an Prof. Dr. W. Zwölfer, München 13, Amalienstr. 52, Gartengeb., zu richten.

*Manuskripte:* Die Zeitschrift veröffentlicht Originalabhandlungen, kleine Mitteilungen und Buchbesprechungen. Die Beiträge sind so kurz und präzise wie möglich zu halten. Tabellen und Abbildungen wird gebeten, auf das Notwendigste zu beschränken. Jeder Abhandlung ist am Schluß eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse in deutscher und, wenn möglich, englischer Sprache anzufügen. Die Titel zitierter Zeitschriften sind nach den internationalen Regeln zu kürzen. Für Manuskripte, die einen Umfang von 50 Seiten übersteigen, bittet der Herausgeber, vor Absendung mit ihm Fühlung aufzunehmen.
Es wird gebeten, die Manuskripte möglichst mit Schreibmaschine und nur einseitig zu schreiben und Sperrungen möglichst zu vermeiden. Photographische Abbildungsvorlagen müssen so beschaffen sein, daß sie eine kontrastreiche Wiedergabe ermöglichen. Alle dem Manuskript beiliegenden Unterlagen wie Photographien, Zeichnungen, Tabellen sollen auf der Rückseite mit dem Namen des Verfassers und dem Titel des Beitrages versehen sein. Bei Abbildungen, die bereits erfolgten Veröffentlichungen entnommen werden sollen, ist eine genaue Quellenangabe erforderlich.
Mit der Übergabe des Manuskriptes überträgt der Verfasser dem Verlag Paul Parey das Recht, die Herstellung von photomechanischen Vervielfältigungen in gewerblichen Unternehmen zum innerbetrieblichen Gebrauch nach Maßgabe des zwischen dem Börsenverein des Deutschen Buchhandels und dem Bundesverband der Deutschen Industrie abgeschlossenen Rahmenabkommens vom 14. 6. 1958 zu genehmigen.

*Honorierung:* Das Mitarbeiterhonorar beträgt DM 40,— je Druckbogen von 16 Seiten. Mehr als drei Druckbogen je Beitrag werden nicht honoriert. Der von Abbildungen und Tabellen eingenommene Raum sowie Doktor-Dissertationen und Buchbesprechungen sind honorarfrei.

*Sonderdrucke:* Die Verfasser von Originalarbeiten erhalten von ihrem Beitrag nach Druckbeendigung auf Wunsch unberechnet 20 Sonderdrucke, die Verfasser von Doktor-Arbeiten 50 Sonderdrucke. Mehrbedarf kann gegen Berechnung angefertigt werden, jedoch nur, wenn die Bestellung unmittelbar mit der Rücksendung der Fahnenkorrektur, spätestens der 1. Umbruchkorrektur, bei der Schriftleitung aufgegeben worden ist.

*Vorbehalt aller Rechte, insbesondere auch der photomechanischen Vervielfältigung:* Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdrucks und der photomechanischen Wiedergabe, sind vorbehalten. Gewerblichen Unternehmen wird jedoch die Anfertigung einer photomechanischen Vervielfältigung von Beiträgen oder Beitragsteilen für den innerbetrieblichen Gebrauch durch Photokopie, Mikrokopie und dergleichen nach Maßgabe des zwischen dem Börsenverein des Deutschen Buchhandels und dem Bundesverband der Deutschen Industrie abgeschlossenen Rahmenabkommens vom 14. 6. 58 gegen Bezahlung der dort vorgesehenen Gebühr bis zu drei Exemplaren gestattet. Die Vervielfältigungen haben einen Vermerk über die Quelle und den Vervielfältiger zu tragen und die in dem Rahmenabkommen vorgesehene Gebühr ist an die Inkassostelle für Photokopiergebühren beim Börsenverein des Deutschen Buchhandels e. V., Frankfurt/Main, Gr. Hirschgraben 17/19, zu entrichten. Erfolgt die Entrichtung der Gebühren durch Wertmarken der Inkassostelle, so ist für jedes Photokopierblatt eine Marke im Betrag von DM 0,30 zu verwenden.

*Erscheinungsweise und Bezugspreis:* Die Zeitschrift erscheint in zwangloser Folge im Umfang von ungefähr 7 Druckbogen je Heft. Jährlich erscheinen etwa 6 bis 8 Hefte, von denen 4 jeweils einen Band bilden. Das Abonnement verpflichtet zur Abnahme eines ganzen Bandes und verlängert sich jeweils stillschweigend, wenn nicht unmittelbar nach Erhalt des letzten Heftes eines Bandes Abbestellung erfolgt. Die Hefte werden einzeln berechnet. Der Preis beträgt je Druckbogen etwa DM 4,—. Der Preis der Hefte außerhalb des Abonnements ist jeweils um 10 % teurer.
Die Zeitschrift kann bei jeder Buchhandlung oder beim Verlag Paul Parey, Hamburg 1, Spitalerstr. 12, bestellt werden.

---

© Paul Parey, Hamburg u. Berlin 1958 · Printed in Germany by Westholst. Verlagsanst. Boyens & Co., Heide/Holstein

*Z. ang. Ent. Bd. 43 (1958) H. 2, S. 115–232*

Abonnementspreis dieses Heftes DM 30,– Einzelpreis DM 33,–

*Aus dem Institut für Pflanzenschutz*
*der Landwirtschaftlichen Hochschule Stuttgart-Hohenheim*
*Direktor: Prof. Dr. B. Rademacher*

# Die natürlichen Feinde der Tetranychiden[1]

Von Jochem Berker

## I. Einleitung

Seit einigen Jahren gewinnt das Problem „Rote Spinne" nicht nur in Deutschland, sondern in sämtlichen obstbautreibenden Ländern an Bedeutung. Während noch um die Jahrhundertwende nur hin und wieder in der Literatur auf die durch sie verursachten Schäden hingewiesen wurde, wobei man sich über die systematische Stellung und die Nomenklatur nicht immer im klaren war, wurden in neuerer Zeit ausgedehnte Untersuchungen über dieses Gebiet in Angriff genommen. Die Ergebnisse sind in einer beinahe nicht mehr zu übersehenden Anzahl von Arbeiten niedergelegt, von denen der weitaus größere Teil in den angelsächsischen Ländern veröffentlicht wurde. Groves (1951) unterzog sich der Mühe, in ihrer Synopsis der Weltliteratur über die „Rote Spinne", *Metatetranychus ulmi* Koch, und ihre natürlichen Feinde einen Überblick über die bis zu diesem Zeitpunkt (1949) vorliegende Literatur zu geben. Das Werk führt nicht weniger als 1039 Titel an, obwohl im wesentlichen nur die Arbeiten über die eine Spinnmilbenart *M. ulmi* Berücksichtigung fanden. Inzwischen dürfte in der ganzen Welt noch ein Mehrfaches dieser Zahl an Veröffentlichungen erschienen sein.

Während in Amerika und England sowie einigen weiteren europäischen Ländern schon eine ganze Reihe größerer Arbeiten publiziert wurde, die sich mit der biologischen Bekämpfung bzw. den natürlichen Feinden der Spinnmilben befassen, fehlen solche Untersuchungen bisher für Deutschland. Nur v. Hanstein (1901), Zacher (1912, 1949), Graf Vitzthum (1943) und in neuester Zeit Andersen (1947) zählen einige Räuber auf, ohne jedoch speziell diese Frage zu bearbeiten. Da die im Ausland gefundenen Ergebnisse nicht ohne weiteres auch für die deutschen Verhältnisse gelten, wurde die vorliegende Arbeit 1953 begonnen mit dem Ziel, festzustellen, welche Arthropoden unter Bedingungen, wie sie in Stuttgart-Hohenheim gegeben sind, als Feinde der Tetranychiden in Frage kommen und welche Bedeutung ihnen beizumessen ist[2]. Weiterhin sollte das aus der Weltliteratur über die Biologie der wichtigsten Arten Bekannte für die hiesigen Verhältnisse nachgeprüft

[1] Die Untersuchungen wurden mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft und des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten durchgeführt.

[2] Die Anregung zur Durchführung der vorliegenden Arbeit geht auf Herrn Prof. Dr. G. Dosse zurück, dem an dieser Stelle für Problemstellung und freundliche Unterstützung herzlich gedankt sei.

werden, da es sehr wichtig erschien, Einzelheiten im biologischen Verhalten zu kennen, um gegebenenfalls bei der Pflege der Obstbäume, besonders beim Spritzen darauf Rücksicht nehmen zu können.

## II. Die in Stuttgart-Hohenheim auftretenden Spinnmilbenarten

Bisher gelang es, für Hohenheim 5 an landwirtschaftlichen und gärtnerischen Kulturpflanzen schädlich werdende Spinnmilben aus der Familie *Tetranychidae* nachzuweisen (siehe Dosse 1952, 1953, 1954), nämlich die Arten *Metatetranychus ulmi* Koch, *Bryobia praetiosa* Koch, *Tetranychus urticae* Koch, *Tetranychus viennensis* Zacher = (*Amphitetranychus crataegi* Hirst) und *Eotetranychus pomi* Sepasgosarian. Dazu treten die nur auf Weiden vorkommende Art *Schizotetranychus schizopus* Zacher und *Eotetranychus tetarius* L., die bisher nur auf Linde beobachtet wurde.

*M. ulmi* und *B. praetiosa* überwintern im Eistadium, die andern 5 Arten im Imaginalzustand, wobei im Herbst die Männchen jeweils absterben, so daß also nur befruchtete Weibchen die Winterquartiere beziehen.

*M. ulmi* ist die in Hohenheim wirtschaftlich bedeutungsvollste Art. Eigene Untersuchungen ergaben für das Jahr 1954 5 Generationen. An Wirtspflanzen kommen vor allem Apfel und Zwetsche in Frage. Nur gelegentlich und weit weniger stark wurden Pfirsich, Kirsche und Birne befallen.

*T. urticae* ist äußerst polyphag und beschränkt sich im Gegensatz zu *M. ulmi* nicht auf Obstgewächse. Linke (1953) nennt 53 Wirtspflanzen. *E. pomi* konnte in Hohenheim bisher nur an Apfel angetroffen werden (Sepasgosarian, 1956), während *T. viennensis* und *B. praetiosa* jeweils mehrere Obstarten befallen.

## III. Die in Stuttgart-Hohenheim vorkommenden Feinde der Tetranychiden

### 1. Allgemeines

Die vorliegende Arbeit entstand in den Jahren 1953 bis 1955. Im ersten Jahre wurde versucht, die Fauna der Obstgewächse aufzunehmen und zu ermitteln, welche Arthropoden als Feinde der Spinnmilben in Frage kommen. Im zweiten Jahr wurden diese Ergebnisse noch einmal überprüft und ergänzend dazu im Laboratorium Fütterungs- und Haltungsversuche angestellt. In einem im Jahre 1954 durchgeführten Freilandversuch sollte der Einfluß der Gesamtheit der natürlichen Feinde auf den Populationsverlauf von *M. ulmi* aufgezeigt werden. Über die ganze Zeit wurde weiterhin versucht, die wichtigsten biologischen Daten der Feinde in Erfahrung zu bringen, die als die wirkungsvollsten erkannt waren.

Die hier angeführten carnivoren (acarophagen) und die sich phytophag ernährenden Milben wurden durch Herrn Prof. Dr. Dosse bestimmt. Die Determination der Insekten wurde nach Reitter (1909, 1911), Brohmer (1932) und nach Wagner (1952) durchgeführt[3]. Die Hexapoden konnten

[3] Für die Determination der Insekten bin ich Fräulein Dr. I. Schneider, Hohenheim, zu Dank verbunden

mit Material verglichen werden, welches in dankenswerter Weise durch das Württembergische Naturkundemuseum in Stuttgart zur Verfügung gestellt wurde.

Die mit den wichtigsten Feinden angestellten Fraßversuche wurden durch ein Binokular bei 20- bis 40facher Vergrößerung verfolgt. Mit einer Uhr wurde gemessen, wieviele Stadien ein Räuber in der Zeiteinheit „fraß" bzw. wie lange er brauchte, um ein bestimmtes Milbenstadium zu fressen oder leerzusaugen. Gleichzeitig wurde darauf geachtet, ob ein, und gegebenenfalls welches Stadium durch den einzelnen Räuber bevorzugt wird.

In Haltungsversuchen wurde ermittelt, ob sich Larven von natürlichen Feinden bei ausschließlicher Milbennahrung aufziehen ließen bzw. wie lange die Imagines am Leben blieben. Haltungs- und Fraßversuche wurden im Laboratorium durchgeführt. Die Feinde wurden in kleinen Petrischalen gehalten, die im Thermostaten Aufstellung fanden.

Es wird unterschieden zwischen obligaten und fakultativen „Milbenfressern", je nachdem, ob sie sich ausschließlich oder nur teilweise von Milben ernähren.

Angaben über die Häufigkeit des Auftretens sind für die Raubmilben relativ einfach zu machen, indem man die Blätter unter dem Binokular auszählt. Dagegen ist es ungleich schwieriger, die Imagines der flugfähigen Insekten zu erfassen. Da die gebräuchlichen Methoden nur bedingt brauchbar zu sein schienen, wurden die Bäume mit dem Klopfschirm abgeklopft und die Fauna ihrer qualitativen Zusammensetzung nach bestimmt. Dabei wurden höchstens relative Zahlen errechnet, auf die Angabe absoluter aber vollkommen verzichtet.

Mit Hilfe dieser Methode und der Fraßversuche konnten die in der folgenden systematischen Übersicht verzeichneten Arthropoden als Feinde der Tetranychiden festgestellt werden.

## 2. Systematische Übersicht

*ARACHNOIDEA*

*Acari*

| | |
|---|---|
| *Phytoseiidae* | *Typhlodromus tiliae* Oud.<br>*Typhlodromus soleiger* Ribaga<br>*Typhlodromus finlandicus* Oud.<br>*Typhlodromus vitis* Oud.<br>*Typhlodromus cucumeris* Oud.<br>*Typhlodromus rhenanus* Oud.<br>*Phytoseius macropilis* Banks<br>1 weitere noch unbestimmte Art |
| *Raphignathidae* | *Mediolata mali* Ewing |
| *Anystidae* | *Anystis* sp. |
| *Cunaxidae* | 1 nichtbestimmte Art |
| *Bdellidae* | 1 nichtbestimmte Art |
| *Cheiletidae* | 1 nichtbestimmte Art |

*HEXAPODA*

*Hemiptera-Heteroptera*

| | |
|---|---|
| *Miridae (Capsidae)* | *Campylomma verbasci* Mey.-D. |
| | *Camptobrochis lutescens* Schill. |
| | *Orthotylus marginalis* Reut. |
| | *Orthotylus nassatus* F. |
| | *Malacocoris chlorizans* Pz. |
| | *Blepharidopterus angulatus* Fall. |
| | *Pilophorus perplexus* D. u. S. |
| | *Phytocoris dimidiatus* Kb. |
| | *Phytocoris tiliae* F. |
| | *Atractotomus mali* Mey.-D. |
| | *Psallus ambiguus* Fall. |
| | *Heterotoma meriopterum* Scop. |
| | *Deraeocoris olivaceus* F. |
| | *Deraeocoris ruber* L. |
| | *Deraeocoris trifasciatus* L. |
| | *Campyloneura virgula* H. u. S. |
| | *Liocoris tripustulatus* F. |
| *Anthocoridae* | *Anthocoris nemorum* L. |
| | *Anthocoris nemoralis* F. |
| | *Anthocoris gallarum ulmi* De Geer |
| | *Anthocoris confusus* Reut. |
| | *Anthocoris minki* Dhrn. |
| | *Anthocoris amplicollis* Horv. |
| | *Orius minutus* L. |
| | *Orius niger* Wlff. |
| *Nabidae* | *Nabis apterus* Fab. |

*Neuroptera*

| | |
|---|---|
| *Chrysopidae* | *Chrysopa vulgaris* Schneid. |
| | *Chrysopa septempunctata* Wesm. |
| | *Chrysopa perla* L. |
| | *Chrysopa tenella* Schneid. |
| *Hemerobiidae* | *Boriomyia nervosa* Fbr. |
| | *Hemerobius humuli* L. |
| *Coniopterygidae* | *Conwentzia* sp. |

*Coleoptera*

| | |
|---|---|
| *Coccinellidae* | *Scymnus punctillum* Weise |
| | *Halyzia 14-guttata* L. |
| | *Halyzia 14-punctata* L. |
| | *Halyzia 22-punctata* L. |
| | *Adalia bipunctata* L. |
| | *Coccinella 7-punctata* L. |
| | *Coccinella conglobata* Horv. |
| *Staphylinidae* | *Oligota flavicornis* Boisd. |

*Thysanoptera*

2 nichtbestimmte Arten

*Diptera*

| | |
|---|---|
| *Cecidomyidae* | 2 nichtbestimmte Arten |
| *Syrphidae* | 1 nichtbestimmte Art |

Die räuberischen Milben der Ordnung *Acari* gehören 6 verschiedenen Familien an. Die Bedeutung des Einzeltieres als Feind der Tetranychiden ist relativ gering. Trotzdem sichert die große Individuenzahl den *Acari* hinsichtlich der absoluten Bedeutung einen klaren Vorsprung vor den übrigen Ordnungen.

Diesen in ihrer wirtschaftlichen Bedeutung am nächsten kommen die Räuber aus der Ordnung *Hemiptera-Heteroptera.* Bei den Capsiden tritt allerdings die acarophage Lebensweise gelegentlich stark in den Hintergrund, um einer mindestens partiellen phytophagen Ernährung Platz zu machen. Dagegen scheinen sich die Anthocoriden und die Nabiden vorwiegend zoophag zu ernähren.

Aus ebenfalls drei Familien rekrutieren sich die Spinnmilbenräuber der Ordnung *Neuroptera,* die die wichtigsten Feinde aus der Klasse der Hexapoden stellt. Wenn auch einige der Arten mehr in ihrer Bedeutung zurücktreten, so muß die Ordnung doch gleich hinter den Heteropteren genannt werden.

Aus den zwei Familien der Coleoptera kommt nur ein wichtiger Spinnmilbenfeind, *Scymnus punctillum* Weise, vor. Die übrigen Arten haben mehr Bedeutung als Aphidenräuber.

Die Feinde aus der Ordnung *Thysanoptera* und *Diptera* seien hier nur der Vollständigkeit halber erwähnt. Nur der Familie *Cecidomyidae* gehören zwei Arten an, denen ein gewisser Einfluß auf den Massenwechsel der Tetranychiden nicht abgesprochen werden kann.

Die Ordnungen sind hier und im nachfolgenden Hauptteil der Arbeit ihrer wirtschaftlichen Bedeutung nach aufgeführt, nach den Erfahrungen, die in den Jahren 1953 und 1954 in Hohenheim gemacht wurden. Das schließt die Einschränkung ein, daß die gewählte Reihenfolge in andern Jahren oder andern Gebieten nicht ohne weiteres Gültigkeit haben muß.

## 3. Besprechung der hauptsächlichsten Daten der wichtigsten Räuber

### A. Ordnung *Acari*

#### *a. Familie Phytoseiidae Berlese 1916 (Laelaptidae Berlese 1892)*

Die Familie *Phytoseiidae* wird unterteilt in zwei Unterfamilien, die *Phytoseiinae* Berlese 1916 und die *Podicinae* Berlese 1916. Der ersteren gehören die wichtigsten und wirkungsvollsten Räuber der Tetranychiden an. Sie umfaßt u. a. die Gattungen *Phytoseius, Iphidulus, Seiulus* und *Typhlodromus* (Baker und Wharton, 1952). Arten dieser Gattungen werden in der Literatur häufig als Feinde der Spinnmilben genannt.

Da die Arten in lebendem Zustand nicht ohne weiteres angesprochen werden können, mußte davon abgesehen werden, im Rahmen dieser Arbeit auf

spezielle Fragen einzugehen. Untersuchungen zur Entwicklungs- und Ernährungsbiologie der *Phytoseiinae* wurden von Dosse (1955, 1956 a + b) durchgeführt.

Aus den oben erwähnten Gattungen kommen mehrere, wahrscheinlich acht verschiedene Arten in Stuttgart-Hohenheim vor. Davon sind z. Z. die wichtigsten: *Typhlodromus tiliae* Oud., *T. soleiger* Ribaga, *T. finlandicus* Oud., *T. vitis* Oud., *T. cucumeris* Oud., *T. rhenanus* Oud. und *Phytoseius macropilis* Banks.

Nesbitt (1951) erwähnt 34 Arten aus Europa und Amerika, die sämtlich der Unterfamilie *Phytoseiinae* angehören und als Feinde von Spinn- und Gallmilben eine Rolle spielen. Weitere Nachrichten über Tetranychidenfeinde aus der Unterfamilie *Phytoseiinae* liegen vor aus Amerika (Atcheson, 1953, Ballard, 1954, Hantsbarger & O'Neill, 1954 u. a.), Kanada (Lord, 1949), Indonesien (Evans, 1952), Holland (Geijskes, 1938, Kuenen, 1945), England (Collyer, 1952 a, Massee, 1954 a) und aus der Schweiz (Mathys, 1953, 1954, 1956). Graf Vitzthum (1943) nennt ebenfalls eine Art, vermutet aber, daß noch mehrere in Frage kämen.

Collyer (1953 a + c) und Massee (1954 a + b) suchen in der Familie *Laelaptidae* die wichtigsten Feinde der Tetranychiden und auch Clancy & Pollard (1952) bestätigen den großen Einfluß einer *Iphidulus*-Art.

Nach eigenen Untersuchungen kommt nur selten ein Exemplar der genannten Arten in gespritzten Obstanlagen vor. Auch in Holland trat eine dort wichtige Typhlodromide hauptsächlich in vernachlässigten Gärten auf (Kuenen, 1953). Wie aus dem auf Seite 141 beschriebenen Versuch hervorgeht, genügte schon eine einmalige 0,1%ige Spritzung mit DDT (80% Wirkstoffgehalt), um einen Apfelbaum vollständig von *Typhlodromus tiliae* freizuhalten. Die Residualwirkung des DDT reichte also aus, dieser Art den Aufenthalt über viele Wochen hinaus unmöglich zu machen. Wie aus verschiedenen Arbeiten hervorgeht, ist auch Schwefel für die Milben der Unterfamilie *Phytoseiinae* sehr stark toxisch (Cutright 1942, 1944 u. a.). Desgleichen wird Winterspritzungen mit Öl ein toxischer Effekt nachgesagt (Cutright, 1942).

Dagegen wurden auch schon parathionresistente Typhlodromiden aufgefunden (Huffaker & Kennett, 1953) sowie eine weitere Art, die sich gegenüber TEPP als extrem resistent erwies (Finney, 1953).

Die weißlichen, länglich-ovalen Eier der *Phytoseiidae* werden auf der Blattunterseite abgelegt. Die Anzahl der Entwicklungsstadien stimmt nach Dosse (1955, 1956 a + b) mit der auch bei Tetranychiden zu findenden überein. Es kommen Männchen und Weibchen vor. Die Überwinterung erfolgt im Imaginalzustand. Nach Mathys (1956) hat *Typhlodromus tiliae* in der Schweiz drei Generationen.

Nach in Hohenheim gemachten Erfahrungen werden von den Typhlodromiden neben Eriophyiden, *Czenspinskia lordi* Nesbitt, *Mediolata mali* Ewing sowie einigen weiteren noch nicht determinierten Milben alle hier vorkommenden Tetranychiden angegriffen. Eine Spezialisierung auf ein bestimmtes Milbenstadium scheint nicht vorzuliegen. Allerdings ist unverkennbar, daß die jüngeren und kleineren Entwicklungsstadien bevorzugt werden. Daneben werden jedoch häufig Deutonymphen, ja selbst Imagines angegangen. Newcomer & Yothers (1929) dagegen betonen, daß neben Winter- und Sommereiern von *Metatetranychus ulmi* zwar auch Larven und Nymphen, nie jedoch Imagines als Beute angenommen würden.

Die *Phytoseiinae* sind sehr beweglich und legen in kurzer Zeit auf dem Blatt beträchtliche Entfernungen zurück. Stoßen sie dabei auf ein Nahrungstier, so wird dieses sofort angestochen und ausgesaugt. Dieser Vorgang dauert normalerweise nur wenige Minuten. Das Opfer wird dabei meist einigemale umgedreht und von verschiedenen Seiten besaugt. Zurück bleibt nur ein kleines formloses Knäuel. Gelegentlich geschieht es aber auch, daß der Inhalt des Beutetieres nicht vollkommen aufgenommen wird. Dies ist dann der Fall, wenn die Raubmilbe einen gewissen Sättigungsgrad erreicht hat oder durch vorbeilaufende Spinnmilben abgelenkt wird, denen sie sich meistens sofort zuwendet. So fallen den *Phytoseiinae* bedeutend mehr Tetranychiden zum Opfer als eigentlich zur Ernährung notwendig wären.

Als tägliche Fraßmenge einer Nymphe gibt Dosse (1956 a) für *T. tiliae* 10,6 Eier und 5,8 Milben, für *T. cucumeris* 3,7 Eier und 12,5 Milben von *Tetranychus urticae* Koch forma *dianthica* Dosse an. Als Gesamtnahrungsbedarf bis zur Imago benötigte *T. tiliae* 59,5 Eier und 33,5 Milben, *T. cucumeris* 25 Eier und 58,5 Milben desselben Nahrungstieres.

Wie aus dem auf Seite 141 beschriebenen Versuch hervorgeht, erfuhr die Population von *M. ulmi* auf einem nichtgespritzten Baum in Hohenheim, der durch geeignete Maßnahmen andern natürlichen Feinden unzugänglich gemacht wurde, und deshalb für die Entwicklung der Raubmilben ideale Bedingungen bot, eine deutliche Reduktion. Diese wirkte sich noch im selben Sommer durch geringere Saugschäden aus, weiterhin jedoch auch durch eine gegenüber dem Vergleichsbaum stark verminderte Zahl von Wintereiern, von denen schon am 9. Sept. 1954 durch die Raubmilben 78,82 % leergesaugt waren. Da neben *Typhlodromus tiliae* auch die Art *Mediolata mali* Ewing anwesend war, läßt sich nicht entscheiden, welcher Einfluß *T. tiliae* allein zukommt.

Auch aus einem Bericht von Finney (1953) ist die Wirksamkeit einer *Typhlodromus*-Art zu ersehen, die eine aus bestimmten Gründen erwünschte Massenzucht von *Tetranychus bimaculatus* Harvey im Verein mit einigen anderen ungünstigen Faktoren scheitern ließ.

Die Arten der *Phytoseiinae* überwintern in denselben Verstecken zusammen mit *Eotetranychus telarius* L. und *E. pomi* Sepasgosarian, ebenso mit *Tetranychus viennensis* Zacher, weniger jedoch mit *Tetranychus urticae* Koch, in Rindenspalten und unter Rinden- und Knospenschuppen. Sie dezimieren die Zahl der phytophagen Milben zwar im Verlauf der kalten Jahreszeit kräftig, doch kommt ein gewisser Teil der in den Winterlagern vorzufindenden ausgesaugten Bälge auf das Konto der Raubmilbe *Mediolata mali* Ewing, so daß der Einfluß der *Phytoseiinae* nicht isoliert betrachtet und zahlenmäßig ausgedrückt werden kann.

Es konnte bei der Durchsicht von Winterlagern im Frühjahr immer wieder beobachtet werden, daß sich in solchen Tetranychidenkolonien, in denen auch *Phytoseiinae* anzutreffen waren, stets ein bestimmter Prozentsatz an ausgesaugten Bälgen befand. Dieser Anteil der Toten lag in den ersten Monaten noch sehr niedrig, um erst zum Ausgang des Winters stark anzusteigen, wenn die Aktivität der Tiere durch warme Tage eine Steigerung erfuhr. An solchen Tagen konnten die Raubmilben häufig bei ihrer Tätigkeit beobachtet werden. Der Prozentsatz der ausgesaugten Tetranychiden schwankt naturgemäß sehr stark, abhängig von der Menge der Spinnmilben, der Zahl der Raubmilben und den Temperaturverhältnissen. Er betrug zum Zeitpunkt des Abwanderns aus den Winterquartieren nicht selten 80 % und

mehr. Im großen Durchschnitt darf man damit rechnen, daß etwa 10–20% der überwinternden Tetranychiden eine Beute der Raubmilben werden.

Kannibalismus konnte im Laboratorium einige Male beobachtet werden, nie jedoch unter für die *Phytoseiinae* günstigen Bedingungen, also nur bei Raummangel und Nahrungsknappheit.

Gelegentlich entstand der Eindruck, daß auch Blätter besaugt würden. Der Nachweis steht jedoch noch aus.

### *b. Mediolata mali Ewing (Raphignathidae Kramer 1877)*

*Mediolata mali* ist neben den Milben der Familie *Phytoseiidae* in Hohenheim die wichtigste Raubmilbe, nach diesen vielleicht der wichtigste Feind der Tetranychiden überhaupt.

Die Art wurde von EWING beschrieben. GARMAN (1948) erwähnt, daß *Mediolata mali* wahrscheinlich räuberisch lebt. ZACHER (1949) und DÖHRING (1952) bezeichnen die Milbe *Zetzellia Zacheri* Oudemans als Feind der Tetranychidenart *Bryobia praetiosa* Koch. Nach BAKER & WHARTON (1952) ist der Gattungsname *Zetzellia* als Synonym von *Mediolata* aufzufassen. Ein Vergleich der aus Leiden/Holland freundlicherweise zur Verfügung gestellten Oudemans'schen Type von *Zetzellia Zacheri* brachte vollkommene Übereinstimmung mit eigenen Präparaten von *Mediolata mali* aus Hohenheim.

DOSSE (nach mündl. Mitt.) stellte *M. mali* in Hohenheim zum ersten Male 1951 fest. Seither wurde die Art weiterhin an folgenden Orten gefunden: Bodensee, Markgräflerland, Kaiserstuhl, Bühl, im Raume Karlsruhe-Rastatt, Pforzheim, Heidelberg, im württembergischen Unterland, am Mittelrhein und am Vogelsberg.

In gepflegten Obstgärten kommt *M. mali* nicht vor, dagegen recht häufig auf vernachlässigten Obstbäumen. Außer auf Apfel wurde sie noch auf *Carpinus* sp. und auf einer Weidenart, *Salix pulchra var. floribunda* gefunden. Auf dieser Weide wurden am 12. 9. 1953 pro Blatt im Durchschnitt 12 Mediolaten gezählt, das Maximum betrug 61 Stadien (ohne Eier). Diese Zahlen wurden auf Apfel nie erreicht. Sehr geringe Mengen konnten gelegentlich auch auf Zwetsche, *Tilia* sp. und Birne festgestellt werden.

Über die Biologie von *M. mali* ist aus der Literatur bisher nichts bekannt. Nach eigenen Erfahrungen überwintert die Art als weibliche Imago. Bevorzugter Ort ist der Stamm. In welcher Höhe des Stammes die Winterlager bezogen werden, hängt nur vom Vorhandensein passender Verstecke ab. So wurden welche am ersten Astquirl, gleichzeitig aber auch an der Stammbasis gefunden. Vereinzelt überwintern die Tiere auch an den Zweigen, unter leeren Schildläusen, unter Rinden- und Knospenschuppen usf.

Die Abbildungen 1–4 geben Aufschluß über die Populationsbewegungen von *M. mali* im Sommer 1954. Die Werte wurden durch Auszählen von je 50 Blättern eines Apfelbaumes gewonnen, auf dem sich die Raubmilbe von *Eotetranychus pomi* nährte. Die Zählungen fanden 2–3mal wöchentlich statt und erstreckten sich auf den Zeitraum vom Erscheinen der weiblichen Imagines aus den Winterlagern Anfang Mai bis Ende November.

Im Jahre 1954 nahm die Abwanderung der Weibchen aus den Winterquartieren in den ersten Maitagen ihren Anfang (Abb. 1). Die Hauptmasse folgte jedoch erst in der zweiten Maihälfte. Der Anfang Juni einsetzende Abfall der Zahlen, eine durchaus normale Erscheinung, der durch die natür-

liche Altersmortalität und die Besiedelung der neu zugewachsenen Blätter bedingt ist, wurde 1954 durch ausgesprochen ungünstige klimatische Verhältnisse noch beschleunigt. Erst in der ersten, stärker in der zweiten Julihälfte, ist wieder eine Zunahme zu verzeichnen, welche durch das Erscheinen der Imagines zustande kommt, die aus den durch die Winterweibchen abgelegten Eiern hervorgingen. Diese Zunahme ist jedoch sehr gering, wohl eine Folge der schlechten Klimabedingungen zur Zeit der Eiablage der Winterweibchen und während der Entwicklung der ersten Generation. Die Zahl fällt dann bis Mitte August erneut ab, um von da bis Ende September eine leicht steigende Tendenz zu zeigen. Schon mit Beginn des September suchten vereinzelt die ersten Weibchen die Winterverstecke auf. Trotzdem kam es Ende September noch einmal zu einer Spitze, die aber sehr rasch einem starken Abfall Platz machte, als die einsetzenden winterlichen Temperaturen die Milben zum Abwandern veranlaßten. Einzelne weibliche Imagines wurden indessen noch spät im November auf den Blättern angetroffen.

*Abb. 1.* Populationsbewegungen der Imagines von *Mediolata mali* im Sommer 1954. Ordinate: Anzahl der Imagines pro 50 Blatt. Abszisse: Datum der Auszählungen

Es läßt sich aus Abb. 1 ersehen, daß im Jahre 1954 zwei Generationen vorlagen, deren Höhepunkte im letzten Juli- bzw. Septemberdrittel zu suchen sind.

Die im Mai erreichten Durchschnittszahlen konnten weder von der ersten, noch von der zweiten Generation gehalten werden, eine Folge der ungünstigen Witterung. Für die zweite Generation kommt hinzu, daß die Weibchen schon ab September mit beendeter Entwicklung die Winterlager aufsuchten und sich somit der zahlenmäßigen Erfassung entzogen. Es wird weiterhin vermutet, daß eine gewisse Anzahl von Imagines durch den Wind verweht werden kann.

In Abb. 2 sind die Zahlen über die Eiablage dargestellt, die die Menge der Eier auf je 50 Blättern angeben.

Schon am 10. 5., also wenige Tage, nachdem die Weibchen aus dem Winterlager erschienen, wurden die ersten Eier abgelegt. Das Maximum in dieser Eiablageperiode wurde etwa Mitte Juni erreicht. Der Eiablageschwerpunkt der aus diesen Eiern hervorgegangenen 1. Generation liegt in der Mitte des

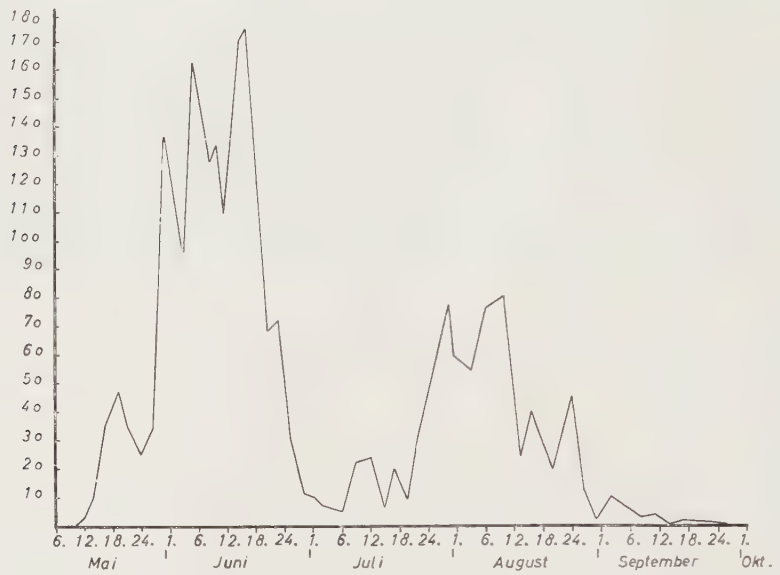



*Abb.* 2. Die Eiablage von *Mediolata mali* im Laufe des Sommers 1954. Ordinate: Anzahl der Eier auf 50 Blättern. Abszisse: Datum der Auszählungen

Monats August. Im September erfolgte eine Eiablage in nennenswertem Maße nicht mehr. Noch deutlicher als aus Abb. 1 ist aus Abb. 2 die Zahl der Generationen zu ersehen.

Einen Überblick über die Bewegung der Zahl der juvenilen Stadien im Sommer 1954 erlaubt Abb. 3. Die Werte ergaben sich ebenfalls auf Grund der Auszählungen von je 50 Blättern.

Die erste Larve schlüpfte am 10. 6. 1954, also über 4 Wochen nach Beginn der Eiablage. Die mittlere Temperatur in diesem Zeitraum betrug 12,9° C (Max. 26,0, Min. 4,1). Mit dem ersten Eiablageschwerpunkt Mitte Juni korrespondiert ein Maximum in der Zahl der juvenilen Stadien, das Anfang Juli erreicht wurde. Im Gegensatz zu den Abb. 1. u. 2. läßt sich hier die Zahl der Generationen nicht ersehen. Einzelne Jugendstadien, die sich bis zum Ende der Vegetation noch auf den Blättern befanden, fielen mit diesen ab und gingen zugrunde.

Die weitaus meisten Eier werden direkt neben die Mittelrippe des Blattes bzw. neben die Basen der stärkeren Seitenrippen abgelegt. An diesen Plätzen hielten sich auch die Tiere zur Hauptsache auf, um nur zur Nahrungsaufnahme aus den Verstecken hervorzukommen. Deshalb erwies es sich als unumgänglich notwendig, die Blätter entlang der Mittelrippe zu falten, um die Tiere bei der Auszählung unter dem Binokular zahlenmäßig erfassen zu können.

Bei einem im Laboratorium bei Zimmertemperatur von ca. 19° C angestellten Versuch wurden im Schnitt von 15 Weibchen je Tier 3 Eier abgelegt. Die maximal erreichte Eizahl war 11. Die Larven aus diesen Eiern schlüpften bei Zimmertemperatur nach 8,9 Tagen. Für 10 weitere Eier wurde im

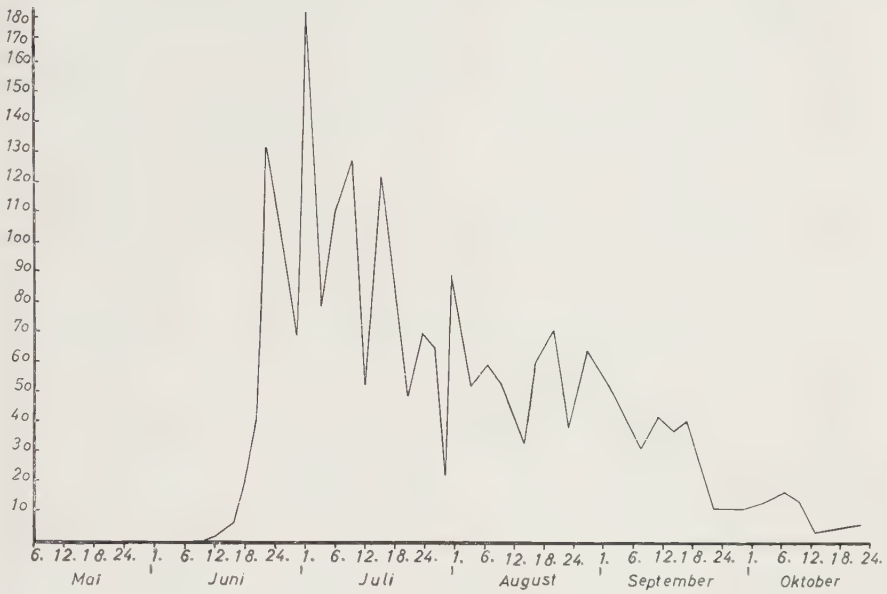



*Abb. 3.* Populationsbewegungen der juvenilen Stadien von *Mediolata mali* im Sommer 1954. Ordinate: Anzahl der Jugendstadien pro 50 Blatt. Abszisse: Datum der Auszählungen

Thermostaten bei 25,4° C eine Embryonalentwicklungszeit von 4,8 Tagen errechnet (Mittelwerte).

Es sind Männchen und Weibchen bekannt. Die Grundfarbe beider Geschlechter ist gelb, doch ist der Körper oft mehr oder weniger rot gefärbt. Die Beine sind immer gelb.

Das Ei ist rund und von gelber Farbe. Es läßt keine Struktur erkennen. Die ausschlüpfende Larve ist gelb und rund, entsprechend der Form des Eies. Sie streckt sich jedoch schon nach einem Tage mit beginnender Nahrungsaufnahme. Die weitere Entwicklung führt nach dem auch für Tetranychiden gültigen Schema über das Proto- und das Deutonymphenstadium zur Imago. Beide Geschlechter durchlaufen die gleiche Zahl von Entwicklungsstadien, nämlich vier.

*Mediolata mali* kam im Freien hauptsächlich mit *Bryobia praetiosa* Koch, *Eotetranychus pomi* Sepasgosarian und *Schizotetranychus schizopus* Zacher vor, seltener mit *Eotetranychus telarius* L. Es konnte in Fraßversuchen unter dem Binokular festgestellt werden, daß diese Arten auch wirklich ausgesaugt werden. Weiterhin wurden in diesen Versuchen aber auch *Tetranychus urticae* Koch, *Tetranychus viennensis* Zacher und *Metatetranychus ulmi* Koch als Nahrung angenommen. Wenn *Mediolata mali* unter normalen Umständen nie zusammen mit *M. ulmi* gefunden werden konnte, die ja vornehmlich in gepflegten Anlagen auftritt, so hängt dies nur damit zusammen,

daß sich *Mediolata mali* infolge ihrer Empfindlichkeit gegenüber Spritzmitteln in behandelten Anlagen nicht halten kann. Sie wurde in den zwei Jahren der Untersuchungen zu dieser Arbeit nie in gepflegten Obstgärten gefunden. 1954 wurde ein Apfelbaum, bis dahin regelmäßig gespritzt und gut mit *M. ulmi* besetzt, von den Spritzungen ausgenommen. Im Laufe des Sommers siedelten sich einige *Mediolata mali* auf diesem Baum an, die vermutlich der Wind angeweht hatte. Eine aktive Zuwanderung darf wohl nicht angenommen werden, da der Baum mit Hilfe eines breiten Vaselingürtels gegen den Boden isoliert war und da weiterhin trotz intensiver Suche in der Nähe keine Pflanze zu finden war, die *Mediolata mali*-Besatz aufwies. Obwohl als Nahrungstiere nur *M. ulmi* zur Verfügung standen, vermehrte sich *Mediolata* vollkommen normal.

Weiter wurden durch *Mediolata mali* Eriophyiden und die Milbe *Czenspinskia lordi* Nesbitt angegriffen, die auf vernachlässigten Bäumen sehr häufig waren.

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, daß alle in Stuttgart-Hohenheim vorkommenden Tetranychiden als Nahrung für *Mediolata mali* dienen können und somit eine einseitige Spezialisierung auf eine Spinnmilbenart, wie Lord (1949) von der nahe verwandten Art *Mediolata novae-scotiae* Nesbitt berichtet, nicht vorliegt.

Um festzustellen, wie lange *Mediolata mali* braucht, um ihre Beute leerzusaugen bzw. ob sie ein bestimmtes Stadium vorzieht, wurden Imagines auf stark mit Tetranychiden besetzte Blätter gebracht und unter dem Binokular beobachtet. Dabei ergab sich, daß das Tetranychidenei das bevorzugte Stadium darstellt. Es wird von unten angestochen, während des Saugaktes liegen die Vorderbeine der Milbe (Beinpaar I) auf dem Ei. Von Zeit zu Zeit wird der Anstich von einer andern Seite aus wiederholt. Im übrigen verhält sich *M. mali* vollkommen ruhig. Benötigt wurden durchschnittlich 10–15 Min., um ein Ei von *Metatetranychus ulmi* auszusaugen, ausnahmsweise auch länger (bis zu 20 Min.), und 2–3 Min. für eine Eriophyide.

Seltener als das Ei werden andere Stadien der Tetranychiden angegriffen, vor allem Ruhestadien. Die maximal festgestellte Fraßmenge waren drei Eier von *M. ulmi* in einer Stunde.

In Abb. 4 ist der Populationsverlauf von *Mediolata mali* zu dem von *Eotetranychus pomi* in Beziehung gesetzt. Aus technischen Gründen konnte die Kurve von *E. pomi* nicht vollständig wiedergegeben werden. Das Maximum wurde mit 357 Stadien am 17. 5. 1954 erreicht.

Infolge sehr ungünstiger klimatischer Bedingungen brach die Population von *E. pomi* schon Anfang Juni vollkommen zusammen, so daß *Mediolata mali* höchstens ein gewisser beschleunigender Einfluß eingeräumt werden kann, der auch für die Folgezeit nicht ohne weiteres zu erkennen ist. Doch darf man sein Vorhandensein mit Bestimmtheit annehmen.

Weiterhin muß *Mediolata mali* ein reduzierender Einfluß auf das überwinternde Stadium der Tetranychiden zuerkannt werden. Vor allem Wintereier von *Bryobia praetiosa* und *M. ulmi* wurden im Herbst, wenn die Nahrung auf den Blättern knapp zu werden begann, besaugt. Gelegentlich konnte auch beobachtet werden, wie Aphideneier angegangen wurden.

Aus den angestellten Beobachtungen ist zu entnehmen, daß sich *M. mali* zwar vorwiegend, jedoch nicht ausschließlich, carnivor ernährt. Öfters wurden einzelne Individuen an Blättern saugend angetroffen, was vielleicht mit einem zeitweiligen Mangel an tierischer Nahrung zusammenhängt. In ver-

schiedenen Fällen gelang in Abwesenheit solcher die Aufzucht juveniler Stadien, voran Larven, bis zum nächstfolgenden Entwicklungszustand mit rein pflanzlicher Nahrung.

Im Frühjahr waren die Apfelblätter teilweise sehr stark mit Kiefernpollen belegt, an denen Winterweibchen von *M. mali* häufig saugend angetroffen wurden.

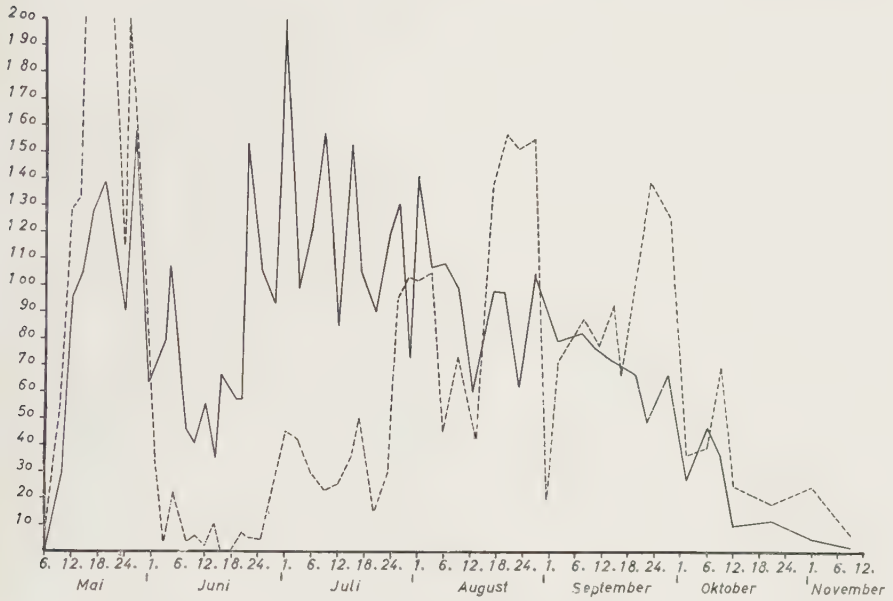



*Abb. 4.* Populationsverlauf von *Mediolata mali* und *Eotetranychus pomi* im Sommer 1954
——— = *Mediolata mali* (alle Stadien ohne Eier)
- - - - - = *Eotetranychus pomi* (alle Stadien einschl. Eier)
Ordinate: Anzahl der Stadien auf 50 Blättern. Abszisse: Datum der Auszählungen

### *c. Weitere Arten der Ordnung Acari*

Neben den Raubmilben der Unterfamilie *Phytoseiinae* und der Art *Mediolata mali* kamen in Hohenheim noch eine Reihe weiterer Milben vor, die sich zum mindesten teilweise von Tetranychiden ernährten. Sie wurden nur gelegentlich gefunden, jedoch beim Saugen an Tetranychiden bzw. Eriophyiden beobachtet. In gepflegten Obstgärten traten sie ausnahmslos nicht auf. Insgesamt spielten sie nur eine untergeordnete Rolle, müssen aber im Auge behalten werden, da sie einmal möglicherweise erhöhte Bedeutung erlangen können.

Die häufigste Raubmilbe aus dieser Gruppe war eine *Anystis* sp., wahrscheinlich *A. baccarum* L. (Fam. *Anystidae*). Sie wurde selbst auf vernachlässigten Obstbäumen nur sehr selten gefunden, war im Sommer jedoch von Korbweiden in großen Mengen abzusammeln. Daneben kam sie auf verschiedenen Bäumen und Sträuchern vor. Für diese Art charakteristisch ist, daß sie sich zu den Ruhestadien in ein dichtes Gespinst einhüllt. In der deutschen Literatur nennt Zacher (1921) *A. baccarum* als Feind von *Metatetranychus ulmi*. Häufiger wird dagegen *Anystis agilis* Banks als Tetranychi-

denräuber erwähnt (Groves, 1951). Nicht näher bestimmt sind zwei Arten der Gattung *Anystis*, die Geijskes (1938) und v. Vitzthum (1943) in diesem Zusammenhang anführen.

Weitere Arten der Ordnung *Acari*, die Tetranychiden als Beute annehmen, wurden nur ganz vereinzelt gefunden. Sie gehören in die Familien *Cheiletidae*, *Bdellidae* und *Cunaxidae*.

### B. Ordnung *Hemiptera-Heteroptera*

#### *a. Anthocoris nemorum L. (Fam. Anthocoridae)*

Die Tetranychidenräuber aus der Familie *Anthocoridae* sind in Hohenheim durch zwei Gattungen vertreten, *Anthocoris* und *Orius (Triphleps)*, die sich vorwiegend carnivor ernähren. Wenn sie auch gelegentlich an Blättern saugend angetroffen wurden, so konnten doch nie irgendwelche Blattschäden beobachtet werden.

*A. nemorum* ist mit Abstand die wichtigste der 6 Arten aus der Gattung *Anthocoris*, denen eine gewisse regulatorische Bedeutung im Massenwechsel der Tetranychiden eingeräumt werden muß. Neben Tetranychiden (Steer, 1929; Hey, 1944; Günthart, 1945; Andersen, 1947; Collyer, 1953 a + d, u. a.) werden in der Literatur eine Reihe von Insekten als Beutetiere genannt. Aus diesen Berichten geht hervor, daß *A. nemorum* zwar im wesentlichen als carnivor, jedoch nur als fakultativ acarophag anzusprechen ist. Der weite Kreis von Beutetieren versetzt die Art in die Lage, beim Ausfall von einem oder mehreren sich trotzdem am Leben zu erhalten. Sie kommt in unbehandelten und gepflegten Obstanlagen etwa gleichermaßen vor und ist praktisch auf allen Bäumen und Sträuchern zu finden. Vor allem *Salix* sp. und *Urtica dioica* sind ein beliebter Aufenthaltsort.

Die Biologie von *A. nemorum* wird von Pesca (1931), Günthart (1945) und Collyer (1953 a) beschrieben.

In Stuttgart-Hohenheim wurden 1954 die ersten aktiven Imagines Anfang April am Stamm von Apfelbäumen gefunden. Am 22. 4. konnten die ersten von den Ästen abgeklopft werden. Infolge der ungünstigen Witterung Ende April–Mai erfolgte die Eiablage sehr spät, etwa um den 20. Mai.

Größere Mengen von Eiern wurden in der letzten Maiwoche gefunden. Die Larven erschienen im ersten Junidrittel. Sie benötigten für ihre Entwicklung etwa 5 Wochen, so daß die Imagines der ersten Generation nicht vor Mitte Juli ausgebildet waren. Es ist schwierig, die genaue Abgrenzung der ersten von der zweiten Generation zu treffen, weil zu dem Zeitpunkt, wo die erste Generation mit der Eiablage beginnt, noch Winterweibchen vorhanden sind. Man findet so in dieser Zeit sämtliche Stadien auf den Blättern. Immerhin ließ sich in Stuttgart-Hohenheim ein zweiter Eiablageschwerpunkt Ende Juli-Anfang August nachweisen. Die Imagines der zweiten Generation hatten ihre Entwicklung Ende August-Anfang September beendet. Zu diesem Zeitpunkt waren jedoch auch noch Eier und kleine Larven zu finden. Im November wurden gelegentlich Nymphen unter Pappgürteln angetroffen. Es konnte nicht entschieden werden, ob sie aus Eiern hervorgingen, die von den Weibchen der ersten Generation verspätet abgelegt waren, oder ob ein Teil der Weibchen der zweiten Generation noch im Herbst zur Eiablage schritt. Im letzteren Falle läge also eine partielle dritte Generation vor.

Nach eigenen Untersuchungen erfolgt die Überwinterung in Rindenritzen und unter Rindenschuppen. Sehr gerne werden auch Pappgürtel aufgesucht. Am 20. 10. 1953 waren diese noch kaum belegt. Nach dem 20. 11. änderte sich die Zahl der *Anthocoris nemorum*, die unter diesen Pappgürteln Schutz suchten, nicht mehr. Die Abwanderung in die Winterquartiere war also bis zum 20. 11. abgeschlossen. Bis dahin waren immer noch einige Tiere aktiv. Nach eigenen Beobachtungen überwintern nur Weibchen. Gelegentlich sollen auch Männchen in den Winterlagern gefunden worden sein (Collyer, 1953 a).

Nach im Laboratorium durchgeführten Versuchen wurden bei ausschließlicher Milbennahrung für die Entwicklungsdauer von *A. nemorum* die folgenden Zahlen ermittelt:

*Tabelle 1*

**Entwicklungsdauer von *Anthocoris nemorum* unter verschiedenen Temperaturen bei reiner Milbennahrung**

(Durchschnittswerte von je 5 Tieren)

| Temperatur | 16° C | 20° C | 25° C |
|---|---|---|---|
| Embryonalentwicklung | 9,1 Tage | 7,9 Tage | 4 Tage |
| Larval- (Nymphen-) Zeit | 39,4 Tage | 26,2 Tage | 19,8 Tage |
| Gesamtentwicklung | 48,5 Tage | 34,1 Tage | 23,8 Tage |

Die einzelnen Versuchsglieder fanden in den Kammern eines Reihenthermostaten bei konstanten Temperaturen Aufstellung. Die Entwicklungsdauer beanspruchte bei 16° C 48,5 Tage, bei 25° C dagegen nur noch etwa die Hälfte dieser Zeit. Dies beweist die starke Temperaturabhängigkeit der Entwicklungsgeschwindigkeit von *A. nemorum*.

Die verschiedenen Larvenstadien und die Imagines tasten auf der Suche nach Beute die Oberfläche des Blattes mit dem Rüssel und den Antennen ab, wobei sie sich ziemlich rasch bewegen. Stoßen sie auf ein Opfer, so wird dieses blitzschnell angestochen. Ein bestimmtes Milbenstadium wird nicht bevorzugt. Vielmehr hängt die Auswahl von der Zusammensetzung des Angebotes ab.

Larven und Imagines, die auf gut mit *Metatetranychus ulmi* besetzte Blätter gesetzt und durch das Binokular je eine Stunde beobachtet wurden, saugten durchschnittlich in dieser Zeit 10–20 Stadien aus. Die maximal festgestellte Fraßmenge einer Nymphe in einer Stunde war: 6 Eier, 25 Ruhestadien sowie 7 aktive Tiere, weiterhin eine Syrphidenlarve. Eier wurden in 10–15 Sek. leergesaugt, Ruhe- und aktive Stadien in 30 Sek. bis 2 Min.

Nach dem Aussaugen der Beute wird der Inhalt noch einmal in den leeren Balg zurückgepumpt. Dieser Vorgang ist bei Eiern sehr schön zu beobachten. Er findet hier normalerweise nur einmal statt, kann jedoch bei andern Stadien bis zu mehreren Malen wiederholt werden, allerdings auch gelegentlich ganz unterbleiben.

Sämtliche in Hohenheim vorkommenden Tetranychiden wurden in Fraßversuchen als Nahrung angenommen, mit der Einschränkung, daß die spinnenden Arten durch ihr Gespinst einen gewissen Schutz erfuhren. Während Käferlarven unter das Gespinst kriechen, halten sich die Larven von Heteropteren auf demselben auf. Beim Anstechen der Beute, besonders schön

beim Ei feststellbar, macht sich das Fehlen einer Unterlage bemerkbar, da diese ja im Gespinst aufgehängt sind. Deshalb ist die Wirksamkeit gegen die nicht spinnenden Arten der Tetranychiden wesentlich größer.

### *b. Orius minutus L. (Fam. Anthocoridae)*

Von den beiden in den Obstanlagen um Hohenheim vorkommenden Arten der Gattung *Orius* ist *Orius minutus* L. (*Triphleps minuta* L.) die wichtigere. Ihre wirtschaftliche Bedeutung ist etwa mit der von *Anthocoris nemorum* gleichzusetzen. Die Lebensgewohnheiten dieser beiden Anthocoriden entsprechen sich weitgehend. Auch *O. minutus* nimmt neben verschiedenen Insekten Tetranychiden als Nahrung an (Günthart, 1945; Andersen, 1947; Collyer, 1953 a).

In hier ausgeführten Fraßversuchen konnte festgestellt werden, daß alle in Hohenheim vorkommenden Tetranychidenarten ausgesaugt werden. *Orius minutus* ist wesentlich kleiner als *Anthocoris nemorum*, was sich auch in einer geringeren Nahrungsaufnahme ausdrückt. Durchschnittlich wurden in einer Stunde 5–15 Stadien von *Metatetranychus ulmi* ausgesaugt. Das beobachtete Maximum, von einer Nymphe konsumiert, war: 12 Eier, 5 Ruhestadien und 11 aktive Tiere. Zum Aussaugen der Eier wurden 25–40 Sek., für die übrigen Stadien 1–3 Min. benötigt.

### *c. Weitere Arten der Familie Anthocoridae*

Neben *Anthocoris nemorum* und *Orius minutus* treten in Hohenheim noch 6 Arten der Familie *Anthocoridae* als Spinnmilbenräuber auf, die diesen an Bedeutung jedoch wesentlich nachstehen. Davon sind *Anthocoris nemoralis* F., *A. confusus* Reut. und *Orius niger Wlff.* in der Literatur bereits als natürliche Feinde der Spinnmilben angeführt (Bailov, 1929; Collyer, 1953 a). Dagegen werden *Anthocoris gallarum ulmi* De Geer, *A. minki* Dhrn. und *A. amplicollis* Horv. an dieser Stelle zum ersten Male in diesem Zusammenhang genannt. Alle 6 Arten nahmen in Fraßversuchen *Metatetranychus ulmi* als Beutetier an. Sie waren jedoch in den Obstanlagen um Hohenheim so selten anzutreffen bzw. stellten vorwiegend andern Schädlingen nach, daß ihnen keine praktische Bedeutung beizumessen ist.

### *d. Campylomma verbasci Meyer-Dürr (Fam. Capsidae)*

*Campylomma verbasci* ist die wirtschaftlich bedeutungsvollste Miride, die in den Obstanlagen in Hohenheim als Räuber von Tetranychiden auftritt. Ihre Tätigkeit als Milbenfeind wird durch verschiedene Berichte bestätigt (Pickett, 1938; Lord, 1949; Collyer, 1953 a). Die Art kam hier vor allen Dingen auf Apfelbäumen vor, in gepflegten und vernachlässigten Anlagen etwa gleichermaßen.

Die Überwinterung erfolgt im Eistadium. Die Eier werden bevorzugt in junge, weiche Triebe abgelegt. 1954 schlüpften die ersten Larven in Stuttgart-Hohenheim Mitte Mai. 1955 wurden große Mengen schon Anfang Mai beobachtet. Sie sind die ersten Capsidenlarven, welche sich im Frühjahr auf den Bäumen befinden. Die Imagines der ersten Generation erschienen 1954 nicht vor Mitte Juni, häufig waren sie erst im letzten Junidrittel. Die Weibchen dieser Generation legten ihre Eier in der ersten Julihälfte ab. Die sich daraus entwickelnden Larven schlüpften etwa Mitte–Ende Juli, die Imagines

waren Anfang September ausgebildet. Da sie nicht sehr lange auf den Bäumen anzutreffen waren, muß man annehmen, daß sie schon bald ihre Wintereier ablegten und eingingen. Larven wurden vereinzelt noch bis Ende September angetroffen. Es scheint, daß in Jahren mit ungünstiger Witterung nicht alle Angehörigen der zweiten Generation zur Ablage der Wintereier kommen. Ob ein Teil der von der ersten Generation abgelegten Eier überwintern kann, ist nicht bekannt.

*C. verbasci* wurde nur beim Aussaugen von *Metatetranychus ulmi* beobachtet.

### *e. Camptobrochis lutescens Schilling (Fam. Capsidae)*

Dieser Art kommt in Hohenheim nach *Campylomma verbasci* als Spinnmilbenräuber von allen Miriden die größte Bedeutung zu. Sie kommt hauptsächlich in der Nähe von Blattläusen vor, stellt jedoch auch andern Insekten nach. Auf die Bedeutung als Tetranychidenfeind wies zuerst Collyer (1953 b) hin.

In Hohenheim war *Camptobrochis lutescens* im frühen Sommer in gepflegten Obstanlagen sehr selten. Erst im Spätsommer ließ sich eine bemerkenswerte Zunahme verzeichnen. In vernachlässigten Obstgärten war der Besatz im Frühsommer höher und blieb während der gesamten Vegetationszeit etwa gleich. Außerhalb der Plantagen war die Art auf verschiedenen Pflanzen zu finden, vor allem auf *Tilia* sp.

*C. lutescens* überwintert als Imago unter der Rinde, um im Mai aus den Verstecken zu erscheinen. Es tritt nur eine Generation auf, die Eier werden in das weiche Holz der jungen Triebe abgelegt. Die rot-weiß gefärbten Larven sind nicht sehr aktiv. Die Imagines haben ihre Entwicklung nicht vor Ende Juli-Anfang August abgeschlossen. Da jedoch bis zu diesem Zeitpunkt Imagines stets vorhanden sind, muß man annehmen, daß die Tiere, die überwintern, sehr lange am Leben bleiben.

Wie bereits erwähnt, waren im Laufe des Sommers in gepflegten Anlagen nur relativ wenige Exemplare zu finden. Erst gegen den Herbst nahmen die Zahlen beachtlich zu. Am 23. 10. 1954 wurden in einer behandelten Anlage unter Pappgürteln 41, 40, 28, 26 bzw. 23 erwachsene Tiere gefunden. Da die betreffende Anlage in der Nähe eines Waldes lag, scheint es, daß die Tiere, einem Nahrungsgefälle folgend, von dort zuwanderten. Im Frühjahr fliegen sie wohl zum größten Teil wieder nach dorthin zurück.

Beobachtet wurde *C. lutescens* beim Aussaugen von *Metatetranychus ulmi* und *Eotetranychus telarius.*

### *f. Orthotylus marginalis Reuter (Fam. Capsidae)*

Als Nahrungstiere dieser Art sind neben einer Reihe von Insekten in der Literatur auch Spinnmilben genannt (Hey, 1944; Collyer, 1953 b). In behandelten Anlagen wurde sie nur selten gefunden, häufiger dagegen in unbehandelten. In noch größerer Zahl war sie jedoch auf *Tilia* sp. und *Salix* sp. anzutreffen.

Das Ei wird in die Rinde der jungen Triebe abgelegt. Die Larven sind von grün-gelblicher Farbe. Sie schlüpften 1954 im Laufe des Mai aus den Wintereiern. Die ersten Imagines wurden im Laboratorium Mitte Juni erhalten, im Freiland sind sie jedoch nicht vor Mitte Juli zu erwarten. Es tritt

nur eine Generation auf. Die im Juli erscheinenden Imagines besorgen die Ablage der Wintereier.

*O. marginalis* nahm *Metatetranychus ulmi, Eotetranychus telarius* und *Schizotetranychus schizopus* bereitwillig als Nahrung an.

Die nahe verwandte Art *Orthotylus nassatus* Fabr. wurde vor allem auf *Tilia* sp., seltener auf *Salix* sp. gefunden. In Obstgärten ist sie von erheblich geringerer Bedeutung als *O. marginalis*.

### *g. Weitere Arten der Familie Capsidae*

*Malacocoris chlorizans* Panz. gehört mit zu den Miriden, die hier auf vernachlässigten Obstbäumen am häufigsten anzutreffen waren. Zahlreich war die Art auch auf *Tilia* sp. zu finden. 1954 wurde eine Generation festgestellt.

Neben verschiedenen Insekten greift *M. chlorizans* auch Spinnmilben an (Hey, 1944; Collyer, 1953 b; Mathys, 1953, 1954). In eigenen Fraßversuchen wurden *Metatetranychus ulmi* und *Eotetranychus telarius* ausgesaugt, doch soll auch *Tetranychus urticae* als Beute angenommen werden (Geier & Baggliolini, 1952).

*Blepharidopterus angulatus* Fall. wird in England nach Hey (1944) und Collyer (1952 a) zu den wirkungsvollsten Feinden der Tetranychiden gezählt.

In Hohenheim wurde diese Art in behandelten Anlagen nur äußerst selten angetroffen, etwas häufiger dagegen in vernachlässigten Quartieren. Weiterhin wurde sie in ziemlichen Mengen von gras- und krautartigen Pflanzen abgesammelt.

Eine ausführliche Beschreibung der einzelnen Entwicklungsstadien und der Biologie findet sich bei Collyer (1952 a). Neben verschiedenen Insekten kommt nach eigenen Erfahrungen *Metatetranychus ulmi* als Beute in Betracht, nach Collyer (1952 a) zusätzlich *Bryobia praetiosa* und einige weitere phytophage Milben.

*Pilophorus perplexus* D. + S. war in Hohenheim auf unbehandelten Birnen, weniger auf Apfelbäumen, recht häufig zu finden. Die den Imagines sehr ähnlichen Larven schlüpften etwa Ende Mai-Anfang Juni. Die Imagines dieser einzigen Generation, die auch die Ablage der überwinternden Eier besorgen, erschienen im Juli. Nach Collyer (1953 b) und hier angestellten Beobachtungen geht die Art *Metatetranychus ulmi* an, nach Lord (1949) wird weiterhin *Bryobia praetiosa* angegriffen.

Die nachfolgend aufgezählten Capsiden sind wegen ihrer Seltenheit oder weil sie nur gelegentlich Tetranychiden aussaugen, als Spinnmilbenfeinde in den Obstgärten um Hohenheim ohne jede wirtschaftliche Bedeutung. Sie müssen hier jedoch der Vollständigkeit halber Erwähnung finden. Alle konnten mit *M. ulmi* als ausschließlicher Nahrung mehr oder weniger lange am Leben erhalten werden. Bei einigen gelang auch die Aufzucht: *Phytocoris dimidiatus* Kb., *Ph. tiliae* Fabr., *Atractotomus mali* Mey.-D., *Psallus ambiguus* Fall., *Heterotoma meriopterum* Scop., *Deraeocoris olivaceus* Fabr., *D. ruber* L., *D. trifasciatus* L., *Campyloneura virgula* H.-S. und *Liocoris tripustulatus* Fabr.

### *h. Nabis (Himacerus) apterus Fabricius (Fam. Nabidae)*

*N. apterus* trat in Obstgärten nicht sehr zahlreich auf, in vernachlässigten war sie häufiger zu finden als in gepflegten. Sie nahm in Fütterungsversuchen

gierig alle Insekten an, die als Nahrung geboten wurden. Dagegen wurden Spinnmilben *(M. ulmi)* nur in Abwesenheit von größeren Beutetieren ausgesaugt. COLLYER (1953 b) bestätigt, daß die Art sich fakultativ acarophag ernähren kann.

### C. Ordnung *Neuroptera*

#### *a. Chrysopa vulgaris Schneider (Fam. Chrysopidae)*

*Chrysopa vulgaris* Schneid. *(Ch. perla* Fabr.) ist die in Hohenheim am häufigsten vorkommende Neuroptere. Sie hat ein sehr großes Nahrungsbedürfnis und gilt als ausgesprochener Blattlausfeind (Blattlauslöwe), greift aber auch andere Insekten an. Die Neuropteren leben vorwiegend carnivor, doch konnten Larven von *Ch. vulgaris* gelegentlich beim Saugen an Blattlaus- bzw. Blattsaugerexkrementen angetroffen werden. Nach SMIRNOFF (1953) konsumiert die Art auch Nektar und Blütenpollen im Frühjahr und den Saft reifer Datteln im Herbst. Als Feind von Tetranychiden wurde *Chrysopa vulgaris* in der Literatur bisher noch nicht genannt.

Die Larven und Imagines wurden in Hohenheim hauptsächlich auf Apfelbäumen und Linden gefunden, seltener auf Bohne. In der Besiedelungsdichte war zwischen vernachlässigten und gepflegten Obstanlagen kein deutlicher Unterschied feststellbar.

Nach eigenen Beobachtungen stellt sich die Biologie wie folgt dar: *Chrysopa vulgaris* überwintert im Imaginalstadium. Die ersten Imagines wurden 1954 bereits Ende April von Apfelbäumen abgesammelt, Mitte Mai waren die ersten Eier zu finden. Die Eiablage erfolgt auf den Blättern, seltener werden Zweige belegt.

Das gestielte Ei ist von ovaler Form, in der Farbe hellgrün, die untere Hälfte etwas mehr gelblich. Das obere Ende trägt einen kleinen krönchenartigen Fortsatz. Unmittelbar vor dem Schlüpfen der Larve nimmt das Ei einen blaugrünen und schließlich gräulichen Farbton an.

Anfang Juni 1954 schlüpften die Larven. Die Entwicklung ist nach ungefähr 3–4 Wochen abgeschlossen. Die Verpuppung findet meist auf dem Blatt, gelegentlich jedoch auch unter Rindenschuppen am Stamm, in einem runden weißen Kokon statt. Nach einer etwa 14tägigen Puppenruhe sind die Imagines fertig ausgebildet.

Die erste Generation war 1954 Mitte bis Ende Juli abgeschlossen. Die Eier der zweiten Generation wurden größtenteils in der ersten Augusthälfte abgelegt, die Imagines daraus erschienen in der zweiten Septemberhälfte. Diese Imagines verfärbten sich mit sinkender Temperatur und nahmen allmählich statt des üblichen hellgrünen einen mehr gelblichen Farbton an. Zur Überwinterung werden gerne Gebäude aufgesucht. Pappgürtel wurden nur in Ausnahmefällen als Winterquartiere benützt.

Zur Feststellung der Entwicklungsdauer wurden im Laboratorium Versuche durchgeführt, in denen die Larven von *Chrysopa vulgaris* nur mit Milben *(M. ulmi)* ernährt wurden. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 niedergelegt.

Die Temperatur in den Thermostatenversuchen war konstant bei ganz geringen Schwankungen. Die Versuchsglieder mit gestaffelter relativer Luftfeuchtigkeit fanden bei normaler Zimmertemperatur Aufstellung (mittl. Temp. 19,0° C, Extremwerte 16,7 und 24,4° C).

*Tabelle 2*

**Entwicklungsdauer von *Chrysopa vulgaris* bei reiner Milbennahrung unter verschiedenen Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsbedingungen**
(Die Einzelwerte bezeichnen den Durchschnitt von 4 Tieren)

| | Thermostat | | | Hygrostat | | | | | Bezeichn. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Temperatur | 15,8 | 24,9 | 35,6 | 19,0 | 19,0 | 19,0 | 19,0 | 19,0 | ° C |
| rel. Luftfeuchtigkeit | nicht gemessen | | | 34 | 44 | 67 | 80 | 100 | % |
| Eistadium | 16 | 4,8 | 3 | 5 | 5 | 6,8 | 7 | 6 | Tage |
| Larvalperiode | — | 15 | 8 | 20 | 21 | 19 | 21 | 21 | Tage |
| Puppenruhe | — | 11 | 7 | 14,5 | 14 | 14 | 13 | 12 | Tage |
| Gesamtentwicklung | — | 30,8 | 18 | 39,5 | 40 | 39,8 | 41 | 39 | Tage |

Die Ergebnisse dieser Aufzuchtversuche beweisen die starke Abhängigkeit der Entwicklungsdauer von der Temperatur. Bei 15,8° C gelang die Aufzucht nicht, da die Larven schon nach wenigen Tagen abstarben. Bei 24,9° C nahm sie noch 30,7 Tage in Anspruch, bei 35,6° C dagegen nur 18 Tage.

Ein Einfluß der relativen Luftfeuchtigkeit scheint nicht vorzuliegen. Lediglich bei extrem niedriger bzw. hoher rel. Luftfeuchtigkeit lag die Mortalität über der, die bei mittleren Werten zu verzeichnen war.

*Chrysopa vulgaris* ist der relativ bedeutungsvollste natürliche Spinnmilbenfeind aus der Klasse der Insekten, der in Hohenheim gefunden werden konnte.

Die Larve ist sehr aktiv und legt auf dem Blatt große Strecken zurück, wobei sie offenbar planlos umherläuft. Stößt sie auf eine Blattlaus bzw. Milbe, so ergreift sie diese mit ihren zangenförmigen Mandibeln und saugt ihre Beute vollkommen aus. Bei den Zuchten im Laboratorium gingen frischgeschlüpfte Larven in großer Zahl ein, wenn es ihnen nicht gelang, rasch die passende Nahrung aufzufinden. Dagegen konnten ältere Larven einen Tag und länger ohne Nahrung bleiben.

Um festzustellen, wie hoch die Fraßmenge einer Larve in einer bestimmten Zeiteinheit war, wurden Larven verschiedenen Alters unter dem Binokular auf gut mit Tetranychiden belegte Blätter umgesetzt und je eine Stunde lang beobachtet. Wie zu erwarten, schwankte die Fraßmenge in beachtlichen Grenzen. In einigen Fällen wurden trotz reichlichen Angebotes keine Milben ausgesaugt. Die maximal festgestellte Fraßmenge, die eine 12 Tage alte Larve in einer Stunde konsumierte, war: 56 Eier, 5 Larven, 16 Protonymphen, 3 Deutonymphen, 17 Ruhestadien und 5 Imagines von *Metatetranychus ulmi*. Der Durchschnitt (ohne die, die überhaupt keine Beute annahmen) lag etwa zwischen 30–50 Stadien pro Stunde.

Als Fraßzeit für ein Tetranychidenei ergaben sich im Schnitt aller beobachteten Chrysopidenlarven 5–10 Sek., für die übrigen Stadien wurden 10–35 Sek. benötigt. Die größeren Stadien, wie etwa Deutonymphen oder Imagines wurden mehrmals angestochen, während bei den kleineren ein Anstich genügte. Nach dem Aussaugen stellten die Bälge nur noch ein formloses Knäuel dar.

In gleichlaufenden Versuchsreihen wurden neben *Metatetranychus ulmi* sämtliche in Hohenheim vorkommenden Tetranychiden als Nahrung angenommen. Die spinnenden Arten waren jedoch durch ihr Gespinst bis zu einem gewissen Grade geschützt. Die Larven von *Ch. vulgaris* hielten sich immer auf demselben auf, nie jedoch darunter wie etwa die Käferlarven.

Sie durchstoßen mit den Mandibeln das Gespinst, um die Beute durch Abtasten zu suchen. Da die Milben sich relativ rasch bewegen, die Chrysopide aber in ihrer Bewegungsfähigkeit stark gehemmt ist, ist der Effekt gegen die spinnenden Tetranychidenarten nicht sehr groß, zumal das Gespinst bei jeder Bewegung von neuem durchstoßen werden muß.

Auf Bohnen verfingen sich die Larven von *Ch. vulgaris* oft mit ihren Freßwerkzeugen in den hakenförmigen Haaren der Blattunterseite, von wo sie sich in nicht wenigen Fällen aus eigener Kraft nicht freimachen konnten und eingingen.

### *b. Weitere Arten der Ordnung Neuroptera*

Neben *Chrysopa vulgaris* Schneid. kamen im Sommer 1953 und 1954 die Arten *Chrysopa perla* L. *(Chrysopidae)* und *Hemerobius humuli* L. *(Hemerobiidae)* in größerer Zahl vor. Daneben wurde gelegentlich die sehr freßgierige Larve einer nicht näher bestimmten *Conwentzia* sp. *(Coniopterygidae)* gefunden. Über die Biologie dieser drei Arten ist nicht allzuviel bekannt. Die Zahl der Generationen liegt zwischen einer und zweien, die Überwinterung erfolgt im Imaginalstadium.

Im Herbst wurden einige andere Arten recht häufig, nämlich *Chrysopa tenella* Schneider, *Ch. septempunctata* Wesm. (beide *Chrysopidae)* und *Boriomyia nervosa* Fbr. *(Hemerobiidae).* Diesen drei letztgenannten Arten ist gemeinsam, daß sie den Winter als Puppe überdauern. Die Larven hielten sich bis in den November hinein auf den Ästen auf, wo sie sich wenigstens teilweise von Wintereiern von *Metatetranychus ulmi* ernährten. Pappgürtel wurden von vereinzelten Exemplaren schon im Oktober zur Verpuppung aufgesucht, doch war die Abwanderung Ende November noch nicht vollkommen beendet. Die beiden Chrysopiden fertigen zur Verpuppung den typischen Kokon an, wohingegen sich *Boriomyia nervosa* in einem länglichen lockeren Gespinst verpuppt. Die Imagines schlüpften im Laboratorium schon im Februar, wenige Tage nach dem Einsammeln der Puppen. Besonders die der beiden Chrysopiden waren zu einem hohen Prozentsatz parasitiert.

Arten der Gattung *Conwentzia* werden u. a. von Collyer (1953 a) als Tetranychidenfeinde beschrieben. Die übrigen 5 hier aufgeführten Neuropteren werden an dieser Stelle zum ersten Male als Räuber der Spinnmilben genannt. Die regulatorische Tätigkeit im Massenwechsel der Tetranychiden darf jedoch nicht zu hoch bewertet werden, da wohl alle Arten zwar Milben als Beute annehmen, sich normalerweise aber vor allem von Aphiden ernähren.

## D. Ordnung *Coleoptera*

### *a. Scymnus punctillum Weise (Fam. Coccinellidae)*

Der wichtigste Spinnmilbenräuber aus der Ordnung *Coleoptera* und einer der bedeutendsten überhaupt ist der kleine schwarze Käfer *Scymnus punctillum.* Nur die Vertreter der Untergattung *Stethorus* Weise gehen Milben, vornehmlich aus der Familie *Tetranychidae,* an. Diese Nahrungsspezialisierung geht soweit, daß *Scymnus (Stethorus) punctillum* als obligater Milbenräuber angesprochen werden kann. Ein anderes Nahrungstier konnte im Verlaufe der Untersuchungen nicht gefunden werden. *S. punctillum* ist die ein-

zige Art der Gattung, die in Hohenheim in Mengen in Obstanlagen angetroffen werden konnte. Nur gelegentlich wurden einige *S. frontalis* Fabr. und einige *S. suturalis* Thunbg. von Apfelbäumen abgesammelt.

Sehr viele Autoren berichten über die nützliche Tätigkeit von *S. punctillum* (Andersen, 1947, Collyer, 1953 a, u. a.). Da der Käfer auf Tetranychiden als Nahrung angewiesen ist, kommt er auch nur mit diesen zusammen vor, hauptsächlich auf Apfel, Zwetsche, Bohne, *Tilia* sp., *Salix* sp., *Corylus* sp., Himbeere und in selteneren Fällen auf Kirsche.

Das länglich-ovale Ei wird auf die Unterseite gut mit Tetranychiden besetzter Blätter abgelegt, bei spinnenden Arten unter das Gespinst. Die Larve zeigt unmittelbar nach dem Schlüpfen eine fahl aschgraue Farbe. Beim ersten Saugen füllt sich der Verdauungstraktus und scheint nach außen rötlich durch. Später nehmen die Larven eine bräunliche Farbe an, von der sich die Borsten dunkel abheben. Diejenigen, die sich ausschließlich von hellgefärbten Spinnmilben ernähren, wie z. B. *Eotetranychus telarius,* bleiben in der Farbe immer heller als solche, die sich auf Bäumen mit *Metatetranychus ulmi* aufhalten. Auch die Farbe der *Scymnus*-Eier ist von der Art der Nahrung abhängig. Trotz der stummelförmigen Beine ist die Larve ziemlich aktiv. Sie läuft frei auf dem Blatt umher, zieht es bei spinnenden Formen jedoch vor, sich unter dem Gespinst aufzuhalten. Die Verpuppung erfolgt in den weitaus meisten Fällen auf der Blattunterseite, bei Anwesenheit von Gespinsten unter denselben, in der für Coccinelliden üblichen Weise. Die Puppe ist schwarz. Der ausschlüpfende Käfer, zunächst noch weich und von rötlicher Farbe, kann sofort mit der Jagd nach Beute beginnen. Der Härtungsprozeß, den er durchzumachen hat, ist nach 24 Stunden beendet. Gleichzeitig hat die rote Farbe einem intensiven Schwarz Platz gemacht.

Die Überwinterung erfolgt im adulten Stadium. Die Käfer ziehen sich nach der Stammbasis zurück, wo sie einige Zentimeter unter Erdbodenhöhe sich geschützte Stellen aussuchen, um dort zu mehreren zu überwintern. Am Stamm selbst konnten nur ganz vereinzelt welche gefunden werden, es sei denn, daß Gürtel aus Wellpappe angelegt wurden, die die Tiere gerne aufsuchten.

Um genau in Erfahrung zu bringen, wann die Käfer ihre Winterverstecke beziehen und wann sie wieder daraus erscheinen, wurden am 26. 9. 1953 an 3 Bäumen eines größeren geschlossenen Goldparmänenquartieres in etwa 30–40 cm Höhe am Stamm 20 cm breite Wellpappegürtel angelegt. Noch am 23. 10. waren diese Gürtel von keinem Käfer aufgesucht, die sich zu diesem Zeitpunkt noch auf den Blättern befanden. Am 14. 11. wurde erneut kontrolliert, und nun waren die Gürtel mit 76, 58 bzw. 42 Käfern belegt.

Am gleichen Tage, 14. 11. 1953, wurden an drei weiteren Bäumen solche Gürtel angelegt, die am 5. 12. nachgesehen wurden. Da bei dieser Kontrolle unter den drei nachträglich angebrachten Gürteln nur 1 Käfer angetroffen wurde, läßt sich schließen, daß die Abwanderung am 14. 11. abgeschlossen war. Sie wäre 1953 also praktisch zwischen dem 23. 10. und dem 14. 11. erfolgt. In diesen Zeitraum fiel auch der erste winterliche Temperatursturz. Über die weiteren Bewegungen gibt Tab. 3 Auskunft.

Es scheint, daß Ende November noch einige Käfer von den Pappgürteln nach der Stammbasis weiterwanderten. Die Zahlen hielten sich dann bis Mitte März auf der gleichen Höhe, um am 22. 3. einen ersten Tiefstand zu erreichen. Ein erneuter Temperaturrückgang Ende März ließ sie wieder

*Tabelle 3*

**Anzahl der *Scymnus punctillum* unter einem Pappgürtel**

| Datum | Gürtel 1 | Gürtel 2 | Gürtel 3 | Tagesmitteltemperatur |
|---|---|---|---|---|
| 14. 11. 1953 | 42 | 58 | 76 | |
| 5. 12. 1953 | 43 | 31 | 73 | 6,6° C |
| 13. 2. 1954 | 40 | 31 | 71 | 1,8° C |
| 8. 3. 1954 | 47 | 32 | 68 | 4,7° C |
| 16. 3. 1954 | 46 | 30 | 54 | 6,6° C |
| 22. 3. 1954 | 16 | 6 | 15 | 8,1° C |
| 27. 3. 1954 | 23 | 13 | 26 | 4,1° C |
| 7. 4. 1954 | 27 | 13 | 24 | 3,4° C |
| 12. 4. 1954 | 14 | 5 | 13 | 6,0° C |
| 20. 4. 1954 | 2 | 2 | 3 | 4,0° C |
| 27. 4. 1954 | 2 | – | 4 | 8,2° C |
| 30. 4. 1954 | – | – | – | 9,7° C |
| 8. 5. 1954 | 1 | 1 | 1 | 8,3° C |
| 13. 5. 1954 | – | – | – | 15,4° C |

etwas ansteigen. In der zweiten Aprilhälfte verließ die Hauptmasse der Käfer die Gürtel endgültig. Obwohl der Vorgang des Abwanderns am 30. 4. 1954 als beendet angesehen werden kann, gelang es nie, in dieser Zeit einen Käfer von den Bäumen abzuschütteln. Auch in an verschiedenen Bäumen angebrachten Vaselineringen fing sich nur in einem einzigen Falle ein Exemplar. Die beobachteten Bäume waren sehr stark mit Wintereiern von *Metatetranychus ulmi* belegt, die in den ersten Maitagen zu schlüpfen anfingen. Trotz dieses Nahrungsangebotes zogen es die Käfer aber offensichtlich vor, von den Apfelbäumen abzuwandern. RADZIEVSKAYA (1931) schreibt in seiner Arbeit über *Scymnus punctillum*, daß sich dieser im Frühjahr auf Unkräutern aufhielte. Obwohl auch hier die Unkrautflora intensiv abgesucht wurde, konnte nie ein Käfer gefunden werden. So muß die Frage, wo sich *S. punctillum* nach dem Verlassen der Winterverstecke aufhält, offengelassen werden. Es wird jedoch noch einmal betont, daß er in dieser Zeit nicht auf Obstbäumen zu finden war. Erst am 13. 5. 1954 konnte der erste in der beobachteten Anlage abgefangen werden. In der folgenden Zeit nahmen die Zahlen dann sehr rasch zu.

Die ersten *Scymnus*-Eier im Freiland wurden 1954 in Hohenheim am 31. 5. gefunden, also zwei Wochen nach dem Erscheinen der Käfer, und zwar auf Apfel und Linde gleichzeitig, auf Linde in einer Anzahl von 7 Stück auf 50 Blättern, die mit 1600 durch die Winterweibchen von *Eotetranychus telarius* abgelegten Eiern besetzt waren. So fällt also die Ersteiablage des Käfers mit der seiner Beute zeitlich zusammen. Die Hauptmasse der Eier legte *S. punctillum* dagegen erst Anfang–Mitte Juni ab. Die erste Larve wurde in diesem Jahre am 10. 6. angetroffen, die erste Puppe am 19. 7. Da die Käfer nach einigen Tagen aus der Puppe schlüpfen, dürfte der Ende Juli beobachtete zweite Eiablageschwerpunkt den Beginn der zweiten Generation darstellen. Die genaue Abgrenzung zu treffen ist nicht möglich, da die Generationen sich überschneiden und vom Erscheinen der Larven der ersten Generation, im Jahre 1954 also vom 10. 6. ab, sich mit Ausnahme der Puppen alle Stadien auf den Blättern vorfanden. Die letzten Larven verpuppten sich Ende August, Anfang September konnten noch vereinzelt Puppen an-

getroffen werden. Man darf deshalb annehmen, daß die Entwicklung der zweiten Generation Anfang September abgeschlossen war.

*Scymnus punctillum* hat also in Hohenheim zwei Generationen. Ebenso viele fand COLLYER (1953 a) in England. Dagegen wurden anläßlich einer Exkursion Mitte Oktober in Geisenheim/Rhein noch Puppen in beträchtlicher Zahl gefunden. Man muß daraus schließen, daß unter den günstigeren klimatischen Bedingungen, die Geisenheim vor Hohenheim auszeichnen, noch eine dritte Generation auftreten kann.

Die Käfer halten sich auf den Obstbäumen bis Ende Oktober–Anfang November auf, um dann in die Winterverstecke abzuwandern. Im März dem Pappgürtel entnommene und im Laboratorium isoliert aufgestellte Weibchen legten Eier ab, was den Schluß zuläßt, daß die Befruchtung schon im Herbst stattfand. Ob nur Weibchen überwintern, ist nicht bekannt.

Um genau festzustellen, wie lange die Entwicklungszeit dauert, wurden im Laboratorium verschiedene Aufzuchtversuche unternommen. Als Nahrung kam ausschließlich *Metatetranychus ulmi* zur Verwendung. Die Ergebnisse sind in Tab. 4 niedergelegt. Die Werte der Tabelle beweisen die starke Abhängigkeit der Entwicklungsdauer von der Temperatur. Bei einer durchschnittlichen Temperatur von 15,8° C (Extremwerte 14,8 und 16,6° C) gelang die Aufzucht trotz wiederholter Versuche nicht. Die Larven schlüpften zwar, lebten jedoch nur wenige Tage. Sie zeigten eine nur geringe Aktivität und starben vermutlich, weil sie infolge der niedrigen Temperaturen nicht genügend Nahrung aufnehmen konnten. So ist es auch zu erklären, daß sich die erste Generation im Freiland entwickeln konnte, obwohl für Juni ein Temperaturmittel von 15,6 und für Juli von 14,7° C errechnet wurde. Dabei betrugen die Maxima für Juni aber 29,5, für Juli 26,8° C, so daß der Nahrungsbedarf an solchen wärmeren Tagen gedeckt werden konnte. Die kälteren Tage bewirkten zwar eine Verlangsamung der Entwicklung, nicht jedoch ein Absterben der Larven wie im Thermostaten bei konstant niedriger Temperatur.

*Tabelle 4*

**Entwicklungsdauer von *Scymnus punctillum* unter verschiedenen Temperaturen bei reiner Milbennahrung**

(Die Einzelwerte bezeichnen den Durchschnitt von 5 Tieren)

| Temperatur | 15,8° C | 19,0° C | 24,9° C | 35,6° C |
|---|---|---|---|---|
| Eientwicklung | 17,6 Tage | 7,7 Tage | 3,5 Tage | 3,0 Tage |
| Larvalzeit | – | 15,5 Tage | 10,5 Tage | 7,8 Tage |
| Puppenruhe | – | 6,0 Tage | 5,3 Tage | 2,0 Tage |
| Gesamtentwicklung | – | 29,2 Tage | 19,3 Tage | 12,8 Tage |

Das Versuchsglied mit 19,0° C fand im Zimmer Aufstellung. Die Temperaturschwankungen bewegten sich in der betreffenden Zeit zwischen 16,7 und 24,4° C. Die Entwicklung dauerte 29,2 Tage, nahm dagegen bei konstanter Temperatur von 24,9° auf 19,3, bei 35,6° auf 12,8 Tage ab.

Der Käfer *Scymnus punctillum* kommt in vernachlässigten Obstgärten nicht in bemerkenswerter Anzahl vor, weil vor allen Dingen *Metatetranychus ulmi* in gepflegten Anlagen stärker auftritt als in vernachlässigten und der obligate Tetranychidenräuber auf große Nahrungsdichte angewiesen ist.

Diese ist in ungepflegten Gärten meist nicht ausreichend, um dem Käfer einen längeren Aufenthalt bzw. den Larven die Entwicklung zu ermöglichen.

Es wurde schon verschiedentlich versucht, den Gesamtnahrungsbedarf eines Tieres bis zur Verpuppung zu bestimmen. Nach RADZIEVSKAYA (1931) werden in dieser Zeit 640 Eier und 160 Adulte von *Tetranychus telarius* L. (Baumwollspinnmilbe) vertilgt. Von der Auswertung der eigenen Versuche wird hier abgesehen, da es sich zeigte, daß die Nahrungsaufnahme stark temperaturabhängig ist und diese Streuung die Erzielung vergleichbarer Werte unmöglich machte. COLLYER (1953 a) gibt für die gesamte Larvalzeit einen Verbrauch von 24 Milben *(M. ulmi)*, für Imagines von 20 pro Tag an. Nach eigenen Beobachtungen liegen diese Zahlen etwas höher.

Die in Stuttgart-Hohenheim angestellten Untersuchungen ergaben, daß nur das Verhältnis der angebotenen Stadien darüber entscheidet, welches beim Fraß bevorzugt wird. Die *Scymnus*-Larven saugen ihre Beute aus und lassen nur ein kleines Knäuel zurück. Dabei regurgitieren sie, d. h. sie pumpen den Inhalt der Beute wieder in dieselbe zurück. Dieser Vorgang der Regurgitation kann mehrere Male wiederholt werden. Die Käfer fressen die Milben gelegentlich ganz auf. Weit häufiger bleibt aber auch hier ein kleiner wirrer Knäuel zurück. Maximal fraß ein Käfer in einer Stunde 14 Eier, 7 Jugendstadien und 4 Imagines von *M. ulmi*. Der Durchschnitt aus mehreren Beobachtungen lag jedoch wesentlich niedriger, etwa bei 8 bis 10 Stadien. Sommereier werden durch die Käfer in 15–30 Sek. leergesaugt, Imagines in 1–4 Min. Sowohl die Adulten als auch die Larven wurden mit allen in Hohenheim vorkommenden Tetranychiden zusammen gefunden. Ergänzende Versuche im Laboratorium bestätigten, daß auch wirklich alle Arten gefressen werden.

Die wirtschaftliche Bedeutung, die der Käfer auf Bohne als Feind von *Tetranychus urticae* erlangt, ist nur gering, da er sich, ebenso wie seine Larve, mit den Mundwerkzeugen so in den hakenförmigen Haaren der Bohnenblätter verfangen kann, daß er nicht wieder loskommt und zugrunde geht. Auf diese Erscheinung wurde zum ersten Male von GÜNTHART (1945) hingewiesen.

### *b. Weitere Arten der Familie Coccinellidae*

Die aus der Literatur als acarophag bekannten Arten *Coccinella septempunctata* L., *Adalia bipunctata* L., *Halyzia 14-guttata* L. und *Halyzia 22-punctata* L. wurden auch in den Obstgärten in Hohenheim angetroffen. Ferner nahmen die bisher nur als Blattlausfeinde genannten Arten *Halyzia 14-punctata* L. und *Coccinella conglobata* L. in Fraßversuchen Spinnmilben als Nahrung an. Versuche, Coccinelliden – mit Ausnahme von *S. punctillum* – mit Tetranychiden als alleiniger Nahrung aufzuziehen, gelangen nur mit einer einzigen Larve von *Halyzia 14-punctata*. Daraus erhellt, daß die Spinnmilben den Coccinelliden, mit Ausnahme der spinnmilbenfressenden Untergattung *Stethorus*, zwar in Notfällen die Aphiden für kurze Zeit ersetzen können, daß sie jedoch als alleiniges Nahrungstier nicht in Betracht kommen.

### *c. Oligota flavicornis Boisd. (Fam. Staphylinidae)*

*Oligota flavicornis* wird von LISTO und Mitarb. (1939) und von COLLYER (1953 a) als natürlicher Feind der Tetranychiden genannt. In der Schweiz

treten weiterhin *Oligota pussilima* Grav. (Günthart, 1945), in Amerika *Oligota oviformis* Casey (Groves, 1951) als Spinnmilbenräuber hervor.

*O. flavicornis* überwintert im adulten Stadium. 1954 wurden die ersten Exemplare am 28. Mai von Apfel abgesammelt. Die ersten Eier waren im Freiland am 31. 5. auf *Tilia* sp. und in der ersten Juniwoche auf Apfel zu finden. Der Zeitpunkt ist also der gleiche wie bei *Scymnus punctillum.* Einzelne *Oligota*-Eier konnten immer wieder bis Ende Juli angetroffen werden, Larven bis Ende September. Ob es sich dabei um eine zweite Generation handelte, konnte nicht entschieden werden. Nach Collyer (1953 a) kommt in England eine partielle zweite Generation vor, an der sich jedoch nur die Käfer der ersten beteiligen, die zuerst schlüpfen.

Die Verpuppung erfolgt nicht auf dem Blatt, sondern im Erdboden (Collyer, 1953 a). Aufzuchtversuche verliefen negativ, da die Larven zwar schlüpften und sich auch entwickelten, in den Petrischalen jedoch nicht zur Verpuppung übergingen und abstarben, obwohl diese halb mit Erde gefüllt waren.

In eigenen Fraßversuchen wurden von Käfern in einer Stunde durchschnittlich 6–8 Milbenstadien vertilgt, maximal in einer Stunde 7 Imagines, 4 Nymphen und 2 Ruhestadien von *M. ulmi.* Für den Fraß von Sommereiern wurden 20–35 Sek., für Imagines von *M. ulmi* 1,5–3 Min. aufgewendet. Ein bestimmtes Milbenstadium scheint nicht bevorzugt zu werden. Die Larven saugen ihre Opfer aus, wobei auch hier der schon für *Scymnus*-Larven beschriebene Vorgang der Regurgitation zu beobachten ist.

Nach Erfahrungen, die im Laboratorium anläßlich der Durchführung von Fraßversuchen gemacht wurden, nehmen die Larven sowie die Imagines von *Oligota flavicornis* alle in Stuttgart-Hohenheim auftretenden Tetranychidenarten an. Die wirtschaftliche Bedeutung war jedoch in den beiden Untersuchungsjahren nur gering, da die Art nie in solchen Zahlen vorkam, daß sie in stärkerem Maße in Erscheinung getreten wäre. Außer Spinnmilben konnte kein anderes Nahrungstier aufgefunden werden.

### E. Ordnung *Diptera*

#### *a. Fam. Cecidomyidae*

Die Fam. *Cecidomyidae* stellt in Hohenheim zwei Arten, die als natürliche Feinde der Tetranychiden in Betracht kommen. Die Determination der sehr kleinen Imagines konnte noch nicht durchgeführt werden. Beide Arten waren ausschließlich auf unbehandelten Bäumen zu finden, wo sie sich vorwiegend von der spinnenden Milbenart *Eotetranychus pomi* ernährten, weniger von *Tetranychus viennensis.* Ausgesaugt wurden alle Milbenstadien, einschließlich der Imagines, was oft viele Stunden in Anspruch nahm.

#### *b. Fam. Syrphidae*

Die Syrphiden haben ihre Bedeutung als natürliche Feinde verschiedener Aphidenarten. Nur in wenigen Fällen wurden welche beim Aussaugen von Spinnmilben beobachtet, die jedoch vermutlich nur als Notnahrung dienten.

### F. Ordnung *Thysanoptera*

Im Laufe der Untersuchungen wurden zwei Thripsarten festgestellt, die sich wenigstens teilweise von Spinnmilben ernährten. Sie konnten noch nicht bestimmt werden. Ihre wirtschaftliche Bedeutung war nur sehr gering. Eine Art kam auf Apfelbäumen vor, die stark mit *M. ulmi* besetzt waren, die andere stellte auf Bohne und Holunder *Tetranychus urticae* nach.

### G. Schlußfolgerung

In den Jahren 1953 und 1954 konnten auf Grund von Freilandbeobachtungen und ergänzenden Fraßversuchen im Laboratorium 59 Arthropoden festgestellt werden, die in Hohenheim als Räuber von Tetranychiden auftraten. Von den Insekten sind nur die beiden Coleopteren *Scymnus punctillum* Weise und *Oligota flavicornis* Boisd. als obligate Spinnmilbenfresser zu betrachten, während sich alle andern polyphag ernähren. Von diesen leben nur die Coccinelliden und ein Teil der Neuropteren obligat zoophag. Alle übrigen, vor allem die Capsiden, sind wenigstens zeitweise einer phytophagen Lebensweise fähig. Die Hauptnahrung dieser fakultativen Tetranychidenfeinde stellen die Aphiden dar. Bei gleichzeitiger Anwesenheit von Aphiden und Tetranychiden werden meist die Läuse bevorzugt.

In der Literatur bisher noch nicht als acarophag erwähnt sind die Arten: *Phytocoris dimidiatus* Kb., *Deraeocoris olivaceus* F., *D. trifasciatus* L., *Liocoris tripustulatus* F., *Anthocoris gallarum-ulmi* De Geer, *A. minki* Dhrn., *A. ampliollis* Horv., *Chrysopa vulgaris* Schneid., *Ch. perla* L., *Ch. tenella* Schneid., *Ch. septempunctata* Wesm., *Hemerobius humuli* L., *Boriomyia nervosa* Fbr., *Halyzia 14-punctata* L. und *Coccinella conglobata* L.

Von den 59 hier aufgezählten Arten besaßen in den beiden Untersuchungsjahren etwa 15 wirtschaftliche Bedeutung: die genannten 8 Raubmilben der Unterfamilie *Phytoseiinae, Mediolata mali* Ewing, *Chrysopa vulgaris* Schneid., *Scymnus punctillum* Wse., *Anthocoris nemorum* L., *Orius minutus* L., *Campylomma verbasci* Mey.-D. und *Camptobrochis lutescens* Schill. Alle übrigen Arten nahmen entweder Tetranychiden nur gelegentlich als Nahrung an, oder waren so selten anzutreffen, daß sie als Feinde praktisch nicht in Erscheinung traten.

## IV. Der Einfluß der Gesamtheit der Räuber auf den Populationsverlauf von *Metatetranychus ulmi* Koch im Laufe des Sommers 1954, gezeigt an einem Versuch

Um die Frage zu prüfen, ob die natürlichen Feinde in ihrer Gesamtheit in der Lage sind, eine Population von *M. ulmi* so zu reduzieren, daß diese keinen Schaden von wirtschaftlicher Bedeutung mehr anrichten kann, wurde im Frühjahr 1954 ein Versuch begonnen.

Es sollte ein Weg gefunden werden, der es erlaubte, die natürlichen Feinde von gut mit *M. ulmi* besetzten Apfelbäumen fernzuhalten. Das oft

angewandte Totspritzen der Räuber durch mehrfache Applikation eines Insektizides kam nicht in Frage, da, wie aus verschiedenen Arbeiten zu entnehmen ist (Gasser, 1951; Davis, 1952; Hueck u. Mitarb., 1952; u. a.), von einer ganzen Reihe von Insektiziden auf Tetranychiden ein stimulierender Effekt ausgeübt wird.

Zur Verfügung standen 4 siebenjährige (ein fünfter wurde erst später in die Untersuchungen einbezogen), etwa 2 m hohe Buschbäume der Apfelsorte Ontario-Renette in einem Garten, der regelmäßig behandelt und gepflegt wurde. Die Rinde der Bäume war glatt, wodurch die Gewißheit gegeben war, daß keine, zumindest aber nicht viele Räuber an den Stämmen überwintern würden. Die jüngsten Triebe wurden vor Beginn des Versuches entfernt, um etwa vorhandene Capsiden-Eier zu vernichten. Der Besatz mit Wintereiern von *M. ulmi* erschien ausreichend, andere Tetranychiden kamen nicht vor.

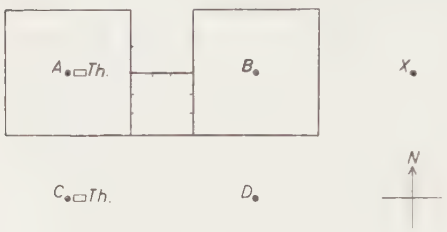



*Abb. 5.* Plan zur Versuchsanlage
(A, B, C, D, X = Kennzeichen der Versuchsbäume, Th. = Thermohygrograph)

Die 4 Bäume standen in einem quadratischen Verband, der Plan der Anlage ist aus Abb. 5 ersichtlich. Zwei der Bäume, A und B, wurden Ende April mit Hilfe von Draht, Stangen, Brettern, Kaltleim und einer 28fädigen, gebleichten und appretierten Steifgaze dicht eingezeltet. Die Maschenweite wurde so gewählt, daß den natürlichen Feinden der Zuflug nicht ermöglicht war, andererseits aber die mikroklimatischen Bedingungen nicht mehr als nach Umständen unvermeidbar verändert wurden. Da zur Entnahme von Blattproben ein Zugang geschaffen werden mußte, wurde eine Schleuse eingebaut, von der aus man sowohl das eine als auch das andere Zelt betreten konnte. Durch diese Einrichtung war die höchstmögliche Wahrscheinlichkeit gegeben, daß keine Insekten mit eindringen konnten, wenn das Zelt betreten wurde. Der Zugang zu der Schleuse und von ihr nach den beiden Zelten wurde durch dicht auf Türgestelle aufliegende, mit Gaze überzogene Holzrahmen verschlossen, die sowohl von innen als auch von außen bedient werden konnten. Abb. 6 zeigt die beiden Zelte und die Schleuse von vorne, die beiden Bäume C und D sind verdeckt und auf dem Bild nicht sichtbar.

Zur Zeit der Blüte, Mitte Mai, wurden die Zelte mit einem Bienenvolk beschickt, um eine Befruchtung der Blüten und damit den gleichen Fruchtansatz wie bei den freistehenden Bäumen zu gewährleisten, da zwischen Fruchtbehang und Saugkraft gewisse Beziehungen bestehen und die Ausbildung der Blattschichten bei tragenden und nichttragenden Bäumen verschieden ist (Menzel, 1935).

Es war anzunehmen, daß die Temperaturverhältnisse in den Zelten einen von den Außenbäumen abweichenden Verlauf nehmen würden. Um diese Unterschiede zu erfassen, fanden zwei Thermohygrographen Aufstellung, einer bei dem eingezelteten Baum A, der andere bei dem freistehenden Baum C. Die genaue Placierung ist aus Abb. 5 ersichtlich. Die beiden Apparate standen in etwa 20 cm Höhe und waren in den vom Deutschen Wetterdienst üblicherweise verwendeten Häuschen untergebracht.

*Abb. 6.* Ansicht der Zelte von vorne mit Schleuse

In Abb. 7 sind die wöchentlichen Temperaturmittelwerte des bei dem nichteingezelteten Baum C aufgestellten Thermohygrographen für die Zeit vom 3. 5.–21. 11. 1954 wiedergegeben. Die Temperaturen im Zelt zeigten eine durchschnittliche Abweichung von + 1,04° C, wobei diese im einzelnen zwischen 0,13 und 2,04° C schwankte. Die Temperaturmaxima lagen jedoch bei den Außenbäumen um durchschnittlich 0,76° C höher, wodurch dieser Unterschied wenigstens teilweise kompensiert werden dürfte.

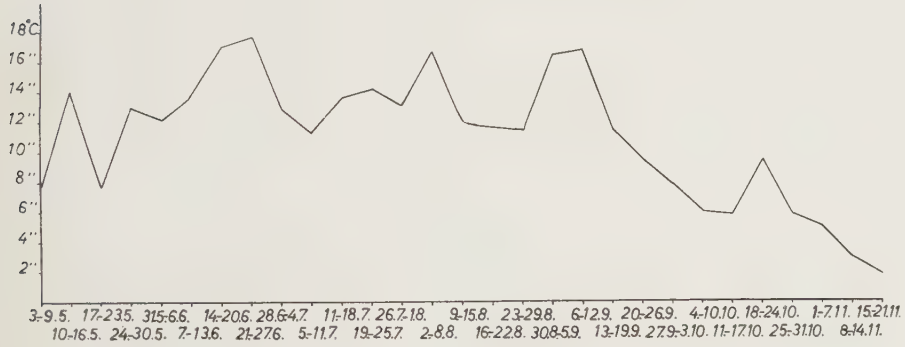



*Abb. 7.* Wöchentliche Temperaturmittel im Zeitraum vom 3. Mai — 21. November 1954, gemessen bei dem freistehenden Baum C

Bis Mitte Juli ergaben sich in Beziehung auf die Vermehrung von *M. ulmi* aus der durch die Gazebespannung bedingten Temperaturdifferenz keine Folgen, wie die Zahlen aller Versuchsbäume zeigen, die zu diesem Zeitpunkt noch dicht beisammen lagen (Abb. 8). Späterhin mag die Population auf den Bäumen A und B durch die höheren Temperaturen begünstigt worden sein.

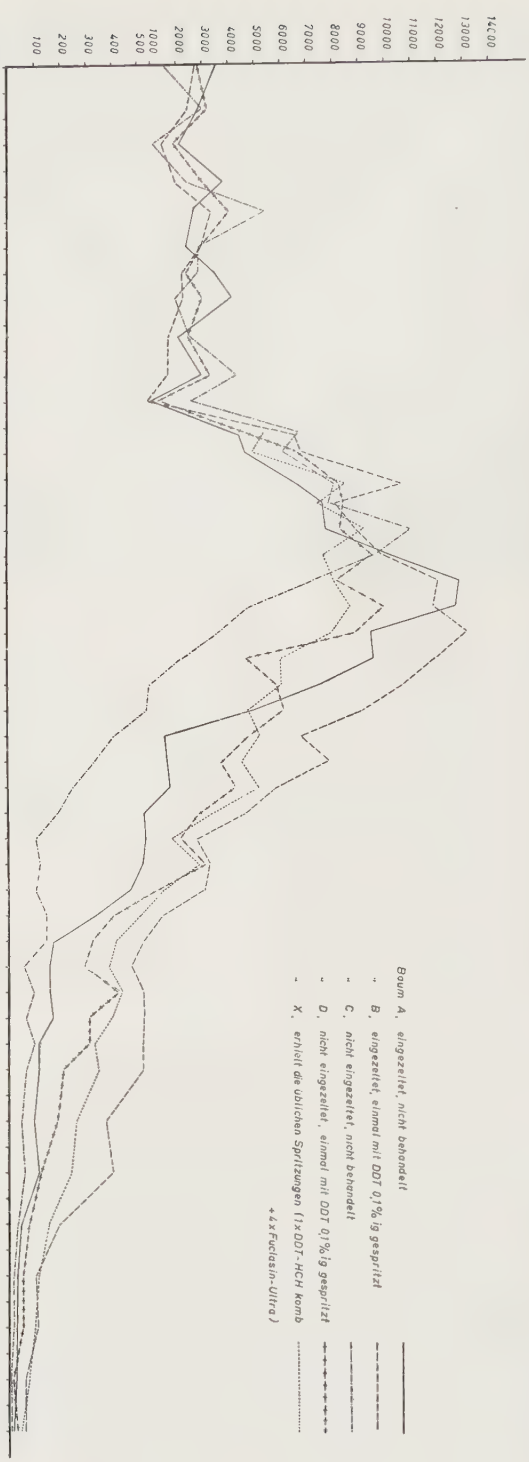



*Abb. 8.* Populationsverlauf von *Metatetranychus ulmi* auf den fünf Versuchsbäumen. Ordinate: Zahl der Stadien auf 25 Blättern. Abszisse: Datum der Auszählungen

Zumindest für Baum A war dies jedoch nicht entscheidend, da gleichzeitig auch die Raubmilben bessere Entwicklungsbedingungen vorfanden. Schließlich mag es zutreffen, daß die Zahlen von Baum B ab Mitte Juli etwas niedriger gelegen hätten, wenn diese Temperaturdifferenz nicht aufgetreten wäre. Eine grundsätzliche Verschiebung des Verhältnisses zu den anderen Bäumen resultiert jedoch daraus nicht.

Alle 4 Bäume wurden 1954 von den üblichen Spritzungen ausgenommen. Da den Raubmilben der Zugang durch die Gaze alleine nicht verwehrt werden konnte, wurden drei Maßnahmen getroffen, um sie von den eingezelteten Bäumen fernzuhalten: a. Die Stämme der beiden Bäume A und B wurden mit einem breiten Vaselingürtel versehen; b. es wurde dafür Sorge getragen, daß die Zweige die Gaze an keiner Stelle berührten; c. ferner wurde der Baum B am 4. Juni mit einer 0,1%igen DDT-Suspension (80%iges Gesarol der Fa. Spieß & Sohn) prophylaktisch gespritzt. Die gleiche Behandlung erfuhr der Vergleichsbaum D.

Somit ergab sich ab 4. Juni folgende Situation:

Baum A, eingezeltet, nicht behandelt,
Baum B, eingezeltet, einmal mit DDT 0,1 %ig gespritzt;
Baum C, nicht eingezeltet, nicht behandelt;
Baum D, nicht eingezeltet, einmal mit DDT 0,1 %ig gespritzt.

In den ersten Maitagen begannen die Larven von *M. ulmi* zu schlüpfen. Da die Eier an der Unterseite der Basen der Hauptäste gehäuft saßen, wohl weil die Zweige zu glatt waren, waren die Blättchen in der Nähe dieser bevorzugten Stellen sehr stark belegt. Mit den Blattauszählungen wurde am 14. Mai begonnen, da sich die Larven bis dahin über den ganzen Baum verteilt hatten. Von diesen Datum an wurden wöchentlich zweimal von jedem Baum je 25 Blatt entnommen und im Laboratorium unter dem Binokular ausgezählt. Da die großen Zahlen eine getrennte Erfassung der verschiedenen Entwicklungsstufen nicht erlaubten, wurden alle Stadien einschließlich der Eier addiert. Dies war deshalb angängig, weil nicht der Einfluß der Räuber auf ein bestimmtes Stadium, sondern auf die Gesamtpopulation gezeigt werden sollte. Aus den Werten, die sich aus diesen Auszählungen ergaben, wurden die in Abb. 8 wiedergegebenen Kurven dargestellt.

Das Schlüpfen der Larven aus den Wintereiern und das Abwandern auf die oberen Blätter war zu Beginn des letzten Maidrittels beendet. Am 19. Mai hatten alle 4 Bäume etwa die gleiche Populationshöhe, die bis zum 24. Mai absank, teils wegen der natürlichen Mortalität, teils wegen der Besiedelung der neu zugewachsenen Blätter. Die dann einsetzende Sommereiablage führte zum ersten Höhepunkt Anfang Juni. Eine erneut rückläufige Tendenz erbrachte einen Tiefpunkt Ende Juni. Die Eiablage der zweiten Generation, die Ende Juni begann, ließ die Zahlen kräftig ansteigen. Ab 2. Juli wurde zum Vergleich noch ein fünfter Baum mitgezählt, der jedoch die üblichen Spritzungen erhielt (1 × DDT-HCH komb. + 4 × Fuclasin ultra). Das absolute Maximum wurde von allen 5 Bäumen in dem Zeitraum zwischen dem 15. und 29. Juli erreicht. Dann folgte ein mehr oder weniger kontinuierlicher Abfall, der zu den geringen Endzahlen im Oktober-November führte. Während die Kurven bis Mitte Juli etwa den gleichen Verlauf zeigten, sind von diesem Zeitpunkt ab große Unterschiede feststellbar (vgl. Abb. 8). Um diese Differenzen zu erklären, wurden die entsprechenden Kurvenabschnitte herausgenommen und sollen hier getrennt besprochen werden. Zu diesem Zwecke wurden jeweils zwei Bäume gegenübergestellt, von denen bekannt war, in welchen Faktoren sie sich unterschieden.

### *1. Baum A (eingezeltet, nicht behandelt): Baum B (eingezeltet, einmal mit DDT gespritzt)*[4]

Die Zahlen von *M. ulmi* lagen bis zum 28. Juni auf den beiden eingezelteten Bäumen A und B ungefähr gleich hoch bei etwa 100 Stadien, einschließlich der Eier, pro Blatt (durchschn. Besatz vom 14. 5.–28. 6.: Baum A 113,4, Baum B 86,36 Stadien/Blatt). Bis Mitte Juni waren beide Bäume von Räubern frei. Ende Juni stellten sich auf dem nichtgespritzten Baum A die ersten Raubmilben ein, die beiden Arten *Typhlodromus tiliae* Oud. und *Mediolata mali* Ewing, die in der Folgezeit rasch zunahmen und im letzten Augustdrittel mit einer durchschnittlichen Zahl von 4 pro Blatt das Maximum er-

[4] Vgl. Berker, J. (1956): Über den Einfluß zweier Raubmilben auf den Populationsverlauf von *Metatetranychus ulmi* Koch.

reichten (Abb. 12). Baum B hingegen blieb von Raubmilben so gut wie frei, was auf die einmalige DDT-Spritzung zurückgeführt wird. Die gleiche Erscheinung ließ sich auch auf dem nichteingezelteten Versuchsglied verfolgen, wo der ungespritzte Baum C einen wesentlich höheren Raubmilbenbesatz aufwies als der gespritzte Baum D.

Trotz der anscheinend geringen Zahl hat die Tätigkeit der Raubmilben den Populationsverlauf von *M. ulmi* in erheblichem Maße beeinflußt, wie der Vergleich der beiden Bäume A und B klar zeigt (Abb. 9).

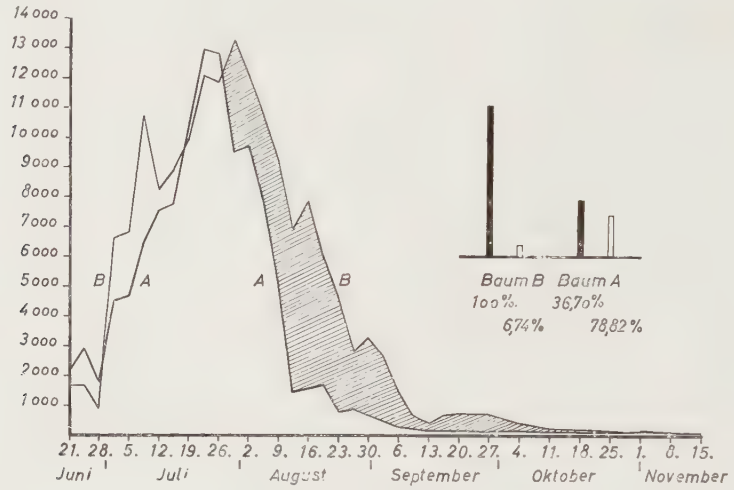



*Abb. 9.* Populationsverlauf von *Metatetranychus ulmi*, Baum A und B. Ordinate: Zahl der Stadien auf 25 Blättern. Abszisse: Datum der Auszählungen. Schwarze Säulen: Relativzahlen der abgelegten Wintereier. Weiße Säulen: Anteil der ausgesaugten Wintereier

Die Gegenüberstellung der beiden Kurven ergibt, daß der Abfall bei Baum A, durch die Summierung der abiotischen Faktoren mit dem Einfluß der Raubmilben, zeitlich früher einsetzt als bei Baum B, wo er lediglich durch die abiotischen Faktoren bedingt war. Außerdem erfolgt der Rückgang bei Baum A rascher als bei Baum B. Während noch am 22. 7. der durchschnittliche Besatz pro Blatt mit *M. ulmi* bei Baum A 515,20, bei B 481,72 Stadien betrug, wurden schon am 16. 8., also nicht ganz vier Wochen später, auf Baum A 65,8, auf Baum B dagegen 314,72 Stadien pro Blatt gezählt. Mit fortschreitender Jahreszeit wurde dieser Unterschied wieder geringer. Die schraffierte Fläche in Abb. 9 gibt ein Maß für die Höhe dieser Differenz.

Die erste Folge des niedrigeren Spinnmilbenbesatzes auf Baum A waren geringere Saugschäden schon im Verlauf desselben Sommers als bei Baum B.

Wesentlicher als die Herabsetzung der Individuenzahl ist jedoch, daß der schnellere Rückgang der Population von *M. ulmi* gerade in der für die Ablage der Wintereier entscheidenden Zeit erfolgte. Da die Hauptmasse der Wintereier 1954 bis zum 9. Sept. abgelegt war, wurden zu diesem Zeitpunkt Eizählungen vorgenommen. Zur Verwendung kam nur einjähriges Holz, um die Fehlerquelle, die dadurch gegeben ist, daß an älterem Holz leere Eier des Vorjahres mitgezählt werden, auszuschalten. Die Ruten wurden von den

verschiedenen Bäumen an der gleichen Stelle, in gleicher Stärke und Länge entnommen, so daß die gewonnenen Zahlen miteinander verglichen werden können.

Es zeigte sich, daß auf Baum B (gespritzt) viel mehr Wintereier zu finden waren als auf Baum A (ungespritzt). Das Verhältnis betrug am 9. Sept. 100 : 36,70, oder in absoluten Zahlen ausgedrückt 1158 : 425. Dieser große Unterschied in der Zahl der abgelegten Wintereier ist die zweite Folge der Tätigkeit der Raubmilben.

Schließlich wird dieses Verhältnis von 100 : 36,70 noch erweitert, wenn man nicht die Gesamtzahl der abgelegten Eier berücksichtigt, sondern nur den übrigbleibenden gesunden Teil, der nicht durch die Raubmilben vernichtet wurde. Es erwies sich nämlich, daß ein nicht unbeträchtlicher Anteil schon im Spätsommer durch die Raubmilben ausgesaugt wird, die sich beim Knappwerden der Nahrung auf den Blättern auf das Holz zurückziehen. Auf Baum A waren schon am 9. Sept. 78,82 % der bis dahin abgelegten Eier leer. Der weitaus größte Teil davon war ausgesaugt, bei dem restlichen waren die Larven ausgeschlüpft, wobei nicht entschieden werden konnte, ob sie ebenfalls den Raubmilben zum Opfer gefallen sind. Dagegen lag bei Baum B der Anteil der leeren Eier bei 6,74 %. Diese waren ausnahmslos schon im Herbst geschlüpft (auf Zweigen, die ins Laboratorium verbracht wurden, fanden sich immer einzelne Larven). Mithin wäre auch für Baum A ein entsprechender Prozentsatz in Abzug zu bringen, um auf die Zahl von Wintereiern zu kommen, die tatsächlich zur Beute der Raubmilben wurden.

Aus diesen Werten errechnet sich ein Verhältnis von 100 : 8,33, d. h. daß am 9. Sept. auf Baum A nur 8,33 % der Wintereier für die Erhaltung der Art zur Verfügung standen, die Baum B aufwies.

Abgesehen davon, daß diese geringen Wintereizahlen auf Baum A eine schlechtere Basis für den Aufbau der Population im folgenden Sommer abgeben, sind, was von nicht zu unterschätzender Bedeutung ist, auch nicht solche Frühschäden zu erwarten, die erfahrungsgemäß die Höhe des Fruchtansatzes in beträchtlichem Maße beeinflussen.

### *2. Baum C (nicht eingezeltet, nicht behandelt): Baum D (nicht eingezeltet, einmal mit DDT gespritzt)*

Ähnlich wie bei den beiden eingezelteten Bäumen A:B lagen die Zahlen von *M. ulmi* auch bei den beiden nichteingezelteten Bäumen C und D im Mittel bei etwa 100 Stadien, einschließlich der Eier, pro Blatt (durchschnittl. Besatz vom 14. 5.–28. 6.: Baum C 111,95, Baum D 110,56 Stadien je Blatt).

Ende Mai stellten sich auf dem nichtgespritzten Baum C die ersten Räuber ein, die jedoch zunächst noch ohne praktische Bedeutung blieben. Erst Ende Juni, stärker noch im Juli-August, begann sich ihr dezimierender Einfluß bemerkbar zu machen. Die Raubmilben erreichten Ende Juli die größte Dichte.

Festgestellt wurden im Juli auf Baum C die folgenden Räuber: *Typhlodromus tiliae* Oud., *Mediolata mali* Ewing, *Chrysopa vulgaris* Schneid., *Scymnus punctillum* Weise, *Anthocoris nemorum* L., *Orius minutus* L., *Campylomma verbasci* Mey.-D., *Atractotomus mali* Mey.-D., und *Heterotoma meriopterum* Scop. Der Raubmilbenbesatz auf Baum D war im Verhältnis zu Baum C außerordentlich niedrig, Raubinsekten fehlten mit Aus-

nahme von *Orius minutus* fast völlig, was als Folge der einmaligen DDT-Spritzung angesehen wird.

Der im letzten Julidrittel einsetzende Rückgang der Zahlen von *M. ulmi* erfolgte bei Baum C wesentlich rascher als bei Baum D, bedingt durch den ungleich höheren Räuberbesatz. Noch am 19. Juli wurden auf Baum C 386,68, auf Baum D 382,24 Stadien von *M. ulmi* je Blatt gezählt. Die Dichte war also praktisch die gleiche. Doch schon am 30. August lauteten die Zahlen für Baum C 4,84, für Baum D 125,72. Dieser gewaltige Unterschied, der sich im Laufe von etwa 6 Wochen herausbildete, wird durch die schraffierte Fläche in Abb. 10 angedeutet.

Bei der Gegenüberstellung der beiden Bäume C und D (beide nicht eingezeltet, D gespritzt) gelangt man bezüglich der Wintereiablage zu entsprechenden Zahlen wie beim vorhergehenden Vergleich der Bäume A und B

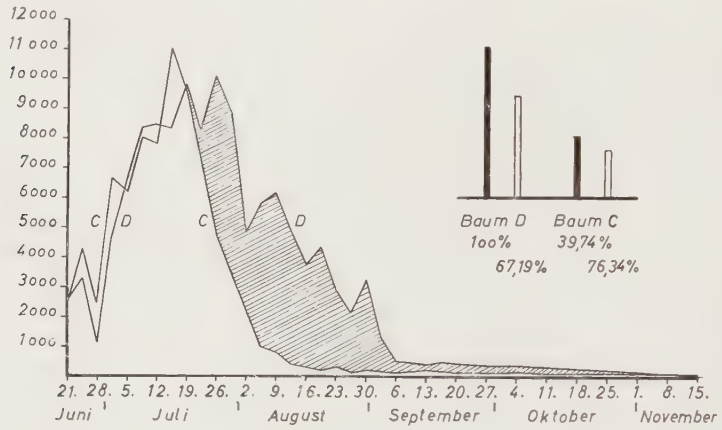



*Abb. 10.* Populationsverlauf von *Metatetranychus ulmi*, Baum C und D. Ordinate: Zahl der Stadien auf 25 Blättern. Abszisse: Datum der Auszählungen. Schwarze Säulen: Relativzahlen der abgelegten Wintereier. Weiße Säulen: Anteil der ausgesaugten Wintereier

(beide eingezeltet, B gespritzt). Die Zählung der Eier erfolgte in der schon beschriebenen Weise. Auch hier wies der gespritzte Baum D infolge der höheren Individuenzahlen viel mehr Wintereier auf als der ungespritzte Baum C. Das Verhältnis von D : C betrug am 9. Sept. 100 : 39,74 (B : A 100 : 36,70). Die zugrunde liegenden absoluten Werte lauteten 234 : 93. Die Auswirkung der einmaligen DDT-Spritzung war also in beiden Fällen etwa die gleiche. Die Zahl der Wintereier auf den nichtgespritzten Versuchsbäumen war jeweils um rund 60 % niedriger. Im Anteil der ausgesaugten (weiße Säulen in Abb. 10) an der Gesamtzahl der überhaupt abgelegten Wintereier (schwarze Säulen) bestand kein sehr großer Unterschied. Er betrug für Baum C 76,34, für Baum D 67,19 %, mit der Einschränkung, daß ein gewisser geringer, nicht genau zu ermittelnder Prozentsatz schon im Herbst geschlüpfter „Wintereier" (Herbstschlüpfrate) in diesen Zahlen enthalten ist.

Die Folgen des niedrigeren Spinnmilbenbesatzes auf Baum C waren geringere Saugschäden an den Blättern schon im Versuchsjahr und eine stark herabgesetzte Gefahr des Auftretens von Frühschäden im Folgejahr, da

Baum C im Vergleich zu Baum D am 9. Sept. nur 28,57 % intakte Wintereier aufwies.

### *3. Baum A (eingezeltet, nicht behandelt): Baum C (nicht eingezeltet, nicht behandelt)*

Während bei den beiden vorhergehenden Vergleichen A : B und C : D die Baumpaare sich durch die einmalige DDT-Spritzung unterschieden (B und D einmal mit DDT 0,1 %ig gespritzt, A und C unbehandelt), liegt bei dieser und der folgenden Gegenüberstellung der Unterschied in der Gazebespannung.

Trotz etwas niedrigerer Zahlen Ende Juni liegt die Populationsspitze von *M. ulmi* in der zweiten Julihälfte bei Baum A wesentlich höher als bei Baum C (Abb. 11). Darin ist der erste Einfluß der natürlichen Feinde zu

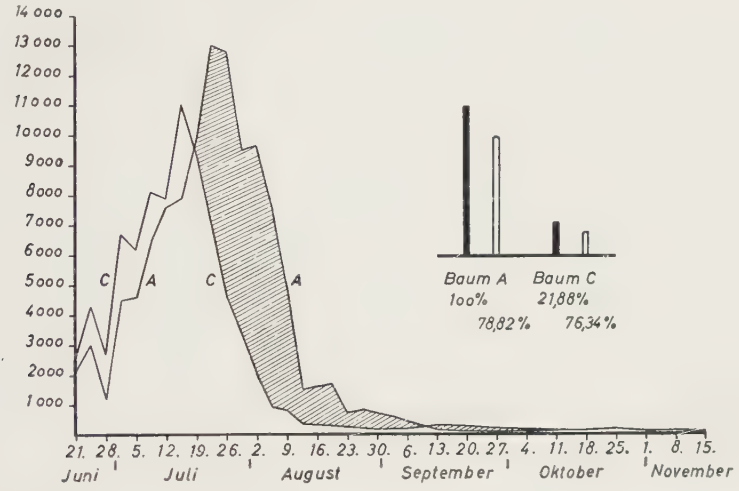



*Abb. 11.* Populationsverlauf von *Metatetranychus ulmi*, Baum A und C. Ordinate: Zahl der Stadien auf 25 Blättern. Abszisse: Datum der Auszählungen. Schwarze Säulen: Relativzahlen der abgelegten Wintereier. Weiße Säulen: Anteil der ausgesaugten Wintereier

sehen, die sich Ende Juni-Anfang Juli bemerkbar zu machen begannen. Die im Juli auf Baum C gefundenen Feinde sind auf Seite 147 genannt. Baum A blieb bis Ende Juni von Räubern frei. Zu diesem Zeitpunkt wurden die ersten Raubmilben gezählt *(Typhlodromus tiliae* und *Mediolata mali)*, die vermutlich vom Wind durch die Gaze auf die Zweige geblasen wurden oder aber sich von oben auf den Baum herabfallen ließen. Sie erreichten ihre größte Dichte und somit den Höhepunkt ihrer Tätigkeit jedoch erst im August. Raubinsekten kamen auf Baum A während der ganzen Vegetationszeit nicht vor. Dagegen stellten sich die ersten Feinde (Raubinsekten und Raubmilben) auf dem nichteingezelteten Baum C schon Ende Mai ein. So wurde durch die Gazebespannung zwar die Freiheit des Baumes A von Raubinsekten erreicht, der Zeitpunkt des Zuwanderns der Raubmilben konnte jedoch nur um etwa 5 Wochen hinausgeschoben werden.

Trotzdem blieb diese Verzögerung nicht ohne Einfluß auf den Populationsverlauf von *M. ulmi* (Abb. 11). Am 5. August lag bei Baum C ein Be-

satz von weniger als 40 Stadien je Blatt vor, während zu gleicher Zeit Baum A 306 Stadien je Blatt aufwies. Mit zunehmender Dichte der Raubmilben auf Baum A nähert sich jedoch die Individuenzahl von *M. ulmi* sehr rasch der von Baum C, so daß ab Mitte September keine wesentlichen Unterschiede mehr erkennbar sind. Immerhin genügte die bis Mitte September vorhandene Differenz, infolge der dadurch bedingten höheren Weibchenzahl auf Baum A, für die Produktion einer mehrfach höheren Wintereimenge. Setzt man die Zahl der abgelegten Wintereier für Baum A gleich 100, so sind im Vergleich dazu auf Baum C nur 21,88 % abgelegt worden (Zählung vom 9. Sept., absolute Zahlen 425 : 93).

Da davon 76,34 % ausgesaugt waren (einschließlich eines geringen Prozentsatzes schon im Herbst geschlüpfter Eier), liegt auf Baum C die Zahl der intakten Eier so niedrig, daß sich 1955 eine starke Population daraus nur unter sehr günstigen Bedingungen aufbauen kann, zumal ja ein gewisser natürlicher Abgang in Rechnung gestellt werden muß, der sich im Durchschnitt auf 20–25 % beläuft. Der Prozentsatz der leeren Eier lag am 9. Sept. zwar bei Baum A auf der gleichen Höhe (C 76,34, A 78,82 %), infolge höherer Eizahlen standen jedoch etwa 3mal mehr Wintereier zur Verfügung als bei Baum C.

Trotz der Tätigkeit der natürlichen Feinde war der Schaden, der an den Blättern durch das Saugen von *M. ulmi* entstand, nicht ganz vermieden, vielmehr nur abgeschwächt worden. Infolge der zeitlich früher sinkenden Befallszahlen erholte sich Baum C jedoch rascher als Baum A, was sich in einem schnelleren Wiederergrünen der Blätter dokumentierte.

Der Populationsverlauf der Raubmilben auf den Bäumen A und C:

Wie bereits erwähnt, war Baum A trotz der Gegenmaßnahmen nur bis Ende Juni vollkommen von Räubern freizuhalten. Die Spitze der Population der Raubmilben (*Typhlodromus tiliae* und *Mediolata mali* lag jedoch zeitlich später als die von *M. ulmi* (Abb. 12). Aus diesem Grunde ist die Zahl der Wintereier auf Baum A wesentlich höher als auf Baum C, wo die wenig-

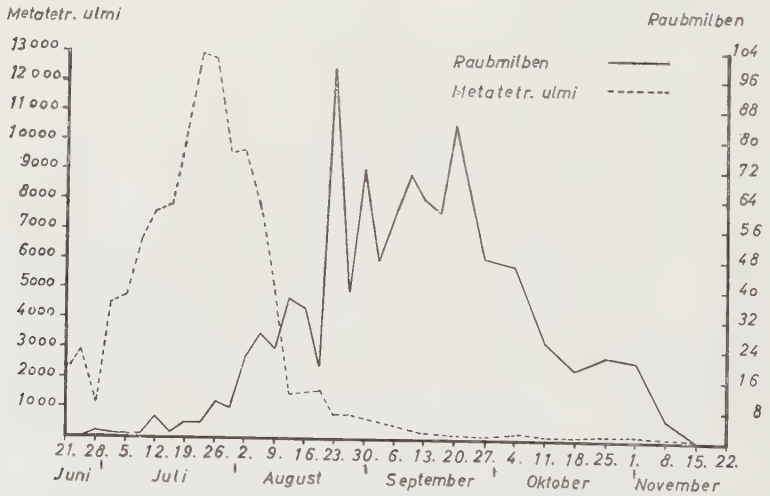



*Abb. 12.* Populationsverlauf von Raubmilben und *Metatetranychus ulmi* auf Baum A. Ordinate: Zahl der Milben auf 25 Blättern. Abszisse: Datum der Auszählungen

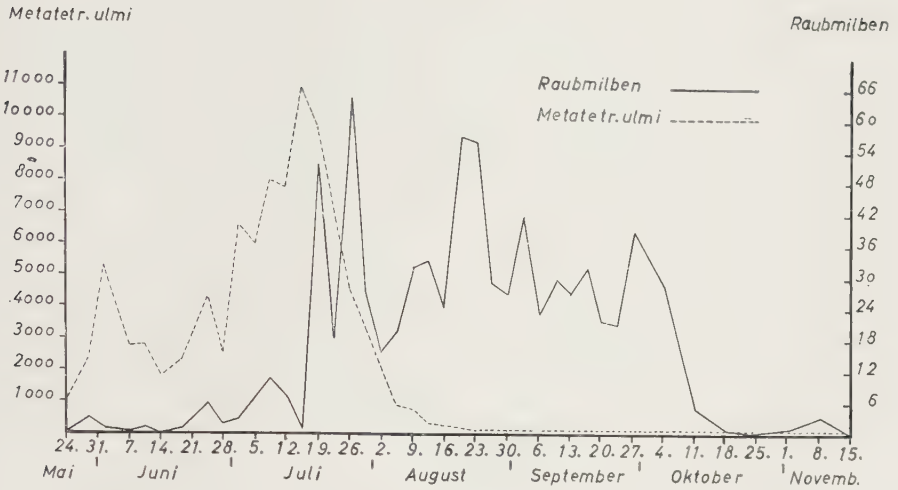



*Abb. 13.* Populationsverlauf von Raubmilben und *Metatetranychus ulmi* auf Baum C. Ordinate: Zahl der Milben auf 25 Blättern. Abszisse: Datum der Auszählungen

stens 4 Wochen früher erscheinenden Räuber die Tetranychiden schon vor der Eiablage kräftig dezimierten. Diese Tatsache ist aus Abb. 13 ohne weiteres zu ersehen, wo die Populationskurve der Raubmilben herausgegriffen wurde, deren Spitze hier im Gegensatz zu Baum A (Abb. 12) zeitlich fast mit der von *M. ulmi* zusammenfällt. Die Zahl der Raubmilben war absolut gesehen auf Baum A höher als auf Baum C, weil infolge der Abwesenheit anderer Räuber für die Raubmilben ideale Bedingungen vorlagen.

### *4. Baum B (eingezeltet, einmal mit DDT gespritzt): Baum D (nicht eingezeltet, einmal mit DDT gespritzt)*

Ebenso wie im vorhergehenden Vergleich A : C unterscheiden sich die beiden Bäume B und D nicht in der Behandlung, sondern nur durch die Gazebespannung. Ähnlich wie dort liegt auch hier die Spitze der Population von *M. ulmi* bei Baum B trotz anfänglich geringerer Werte schließlich Ende Juli wesentlich höher als bei Baum D (Abb. 14), was als Folge der Tätigkeit der Räuber angesehen wird. Der Baum B erreichte Anfang August das absolute Maximum des ganzen Versuches mit einem Befall von durchschnittlich 500 Stadien pro Blatt. Zahlen von 1000 Stadien wurden häufig vorgefunden, einige Male wurden weit über 1500 gezählt.

Der Abfall der Kurve B (Abb. 14) gibt in etwa den Verlauf, wie er sich darbietet, wenn nach Ausschaltung der natürlichen Feinde nur die abiotischen Faktoren auf die Population von *M. ulmi* einwirken. Baum B blieb infolge der Spritzung und der Gazebespannung von natürlichen Feinden der Tetranychiden nahezu frei (Tab. 7, Seite 162). Am 2. August wurden auf Baum B durchschnittl. 479, bei Baum D dagegen nur 189 Stadien von *M. ulmi* je Blatt gezählt. Dieser Unterschied drückt sich in der Größe der schraffierten Fläche in Abb. 14 und letzten Endes im Verhältnis der abgelegten Wintereier aus. Setzt man die Gesamtzahl der abgelegten Wintereier für Baum B gleich 100, so ergibt sich für Baum D der Wert 20,21 %. Noch eindrucksvoller wird dieser Vergleich, wenn man nicht die Gesamtzahl der Eier be-

trachtet, sondern nur die intaktgebliebenen berücksichtigt. Bei Baum B waren am 9. Sept. 6,74 % leer, bei Baum D dagegen 67,19 %. Die gesunden Eier auf Baum D machten also zu diesem Zeitpunkt nur 7,12 % der Zahl aus, die auf Baum B vorzufinden war. Dieser Unterschied kann nur durch die Gazebespannung des Baumes B und die dadurch erreichte Freiheit von natürlichen Feinden eine Erklärung finden.

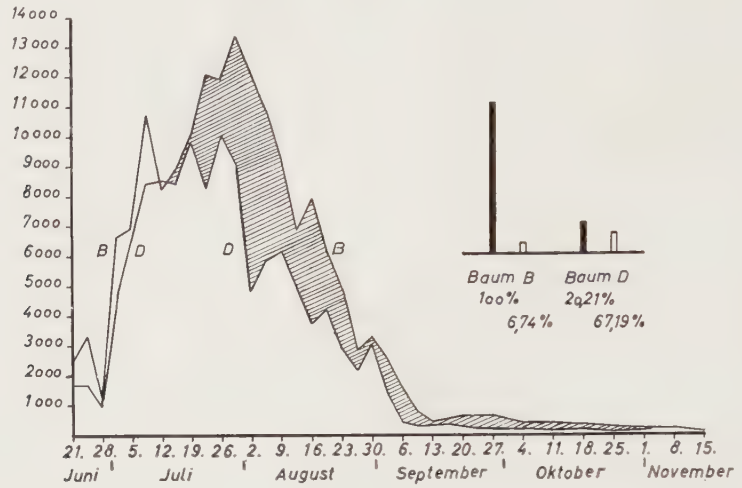



*Abb. 14.* Populationsverlauf von *Metatetranychus ulmi,* Baum B und D. Ordinate: Zahl der Stadien auf 25 Blättern. Abszisse: Datum der Auszählungen. Schwarze Säulen: Relativzahlen der abgelegten Wintereier. Weiße Säulen: Anteil der ausgesaugten Wintereier

### *5. Baum B (eingezeltet, einmal mit DDT gespritzt): Baum C (nicht eingezeltet, nicht behandelt)*

Während in sämtlichen bisher beschriebenen Fällen die beiden verglichenen Bäume sich nur in einem Punkte unterscheiden, entweder in der DDT-Spritzung oder in der Gazebespannung, unterscheidet sich Baum B in zwei Punkten von Baum C, nämlich durch die DDT-Spritzung und die Gazebespannung. Rein theoretisch war anzunehmen, daß die beiden Kurven noch weiter voneinander abweichen würden, als das in den Gegenüberstellungen bisher der Fall war. In Abb. 15 ist der Vergleich Baum B : Baum C durchgeführt.

Tatsächlich ist die schraffierte Fläche auch erheblich größer als in den bisherigen Fällen und die Zahl der abgelegten Wintereier zeigt einen gewaltigen Unterschied. Am 5. August betrug der mittlere Besatz mit *M. ulmi* bei Baum B 430,52, bei Baum C 38,80 Stadien je Blatt. Setzt man die Zahl der Wintereier (Zählung vom 9. Sept.) für Baum B gleich 100, so errechnen sich für Baum C 8,03 %. Leer waren bei B 6,74 %, bei C 76,34 %. Bestimmt man hieraus die Zahl der Eier, die am 9. Sept. noch intakt waren und bezieht man Baum C auf Baum B, so ergibt sich das Verhältnis 100 : 2,04, d. h. daß am 9. Sept. auf Baum C nur 2,04 % der Eizahl für die Erhaltung der Art zur Verfügung standen, die der Baum B aufzuweisen hatte. Diese Differenz ist die Folge der Tatsache, daß Baum B von Feinden nahezu frei blieb, während diese zu Baum C ungehindert Zutritt hatten.

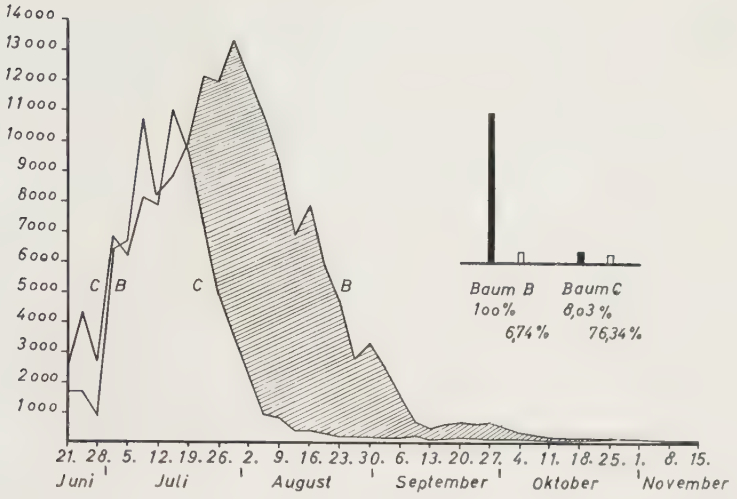



*Abb. 15.* Populationsverlauf von *Metatetranychus ulmi*, Baum B und C. Ordinate: Zahl der Stadien auf 25 Blättern. Abszisse: Datum der Auszählungen. Schwarze Säulen: Relativzahlen der abgelegten Wintereier. Weiße Säulen: Anteil der ausgesaugten Wintereier

### *6. Baum D (nicht eingezeltet, einmal mit DDT gespritzt): Baum X (nicht eingezeltet, einmal mit DDT-HCH komb. und viermal mit Fuclasin-ultra gespritzt)*

In Abb. 16 werden die Kurven D und X einem Vergleich unterzogen. Der Räuberbesatz des Baumes X entsprach in der Höhe etwa dem des Baumes D. Lediglich der Anteil der Raubmilben lag niedriger, dagegen der der Capsiden höher, weil das jüngste Holz, in das die Blindwanzen mit Vorliebe ihre überwinternden Eier ablegen, nicht wie bei den übrigen Bäumen vor Versuchsbeginn entfernt wurde.

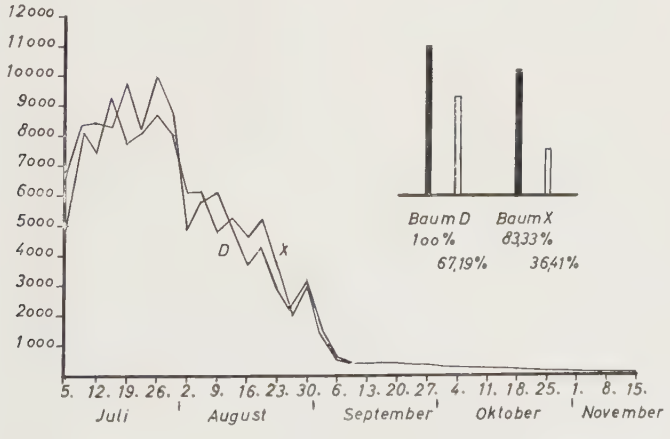



*Abb. 16.* Populationsverlauf von *Metatetranychus ulmi*, Baum D und X. Ordinate: Zahl der Stadien auf 25 Blättern. Abszisse: Datum der Auszählungen. Schwarze Säulen: Relativzahlen der abgelegten Wintereier. Weiße Säulen: Anteil der ausgesaugten Wintereier

Die beiden Kurven in Abb. 16 decken sich weitgehend. Die Zahl der abgelegten Wintereier liegt bei Baum D nur unwesentlich höher als bei Baum X (100 : 83,33). Dagegen ist der Anteil der leeren Wintereier bei Baum D annähernd doppelt so hoch wie bei Baum X (67,19 : 36,41 %), was auf den höheren Prozentsatz der Raubmilben zurückgeführt wird.

Daraus geht hervor, daß die Spritzungen mit Aktiv-Gesarol und Fuclasin, die der Baum X erhielt, auf die Räuberfauna etwa den gleichen toxischen Effekt ausgeübt haben wie die einmalige DDT-Behandlung des Baumes D.

In Abb. 17 sind noch einmal die Zahlen über die Wintereiablage zusammengefaßt. Die Gesamtzahl der Wintereier jedes Baumes wurde auf die des Baumes B bezogen (schwarze Säulen). Die weißen Säulen bezeichnen den Anteil der ausgesaugten Eier (einschließlich eines nicht genau zu ermittelnden Prozentsatzes schon im Herbst geschlüpfter „Wintereier", bei Baum B nur solche) und beziehen sich jeweils auf die links danebenstehende schwarze Säule. Die Differenz zwischen je einer zusammengehörigen weißen und schwarzen Säule entspricht der Eizahl, die am 9. Sept. noch für die Erhaltung der Art zur Verfügung stand. Diese Zahl betrug bei den den Räubern zugänglichen ungespritzten Bäumen A – 21,18 (nur den Raubmilben zugänglich), C – 23,66, bei dem einmal gespritzten Baum D – 32,81, bei dem mehrfach gespritzten Baum X – 63,59 und bei dem gespritzten, für die Feinde unzugänglichen Baum B – 93,26 % der insgesamt abgelegten Wintereier.

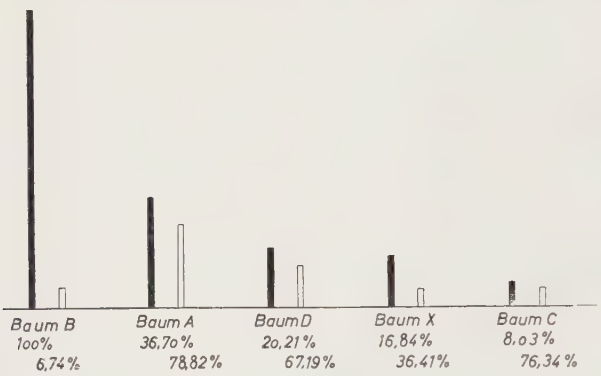



*Abb. 17.* Übersicht über die Relativzahlen der abgelegten (schwarze Säulen) und den Anteil der ausgesaugten Wintereier (weiße Säulen) auf den fünf Versuchsbäumen

### *Schlußfolgerung*

In dem vorstehend beschriebenen Versuch ergaben sich als Folge der Tätigkeit der natürlichen Feinde:

1. Eine Verminderung der Individuenzahl von *M. ulmi*
2. Eine dadurch bedingte geringere Wintereiablage
3. Ein hoher Prozentsatz ausgesaugter Wintereier.

Allein durch die Tatsache, daß ein Baum nicht mit Insektiziden behandelt wurde, die natürlichen Feinde also ungestört blieben, war eine gewaltige Reduzierung der Zahl von *M. ulmi* zu erreichen. Infolge des jahreszeitlich späten Erscheinens der Räuber waren die durch die Saugtätigkeit von *M. ulmi* entstandenen Schäden zwar nicht vollkommen verhindert worden; sie waren jedoch wesentlich schwächer als die bei den gespritzten Versuchsgliedern zu beobachtenden. Weiter konnte gezeigt werden, daß die Zahl der Wintereier bei den gespritzten Bäumen im Vergleich zu den ungespritzten

infolge der teilweisen Ausschaltung der natürlichen Feinde wesentlich höher lag und ein Maximum erreichte, wenn ein Baum durch geeignete Maßnahmen für Raubinsekten vollkommen, für räuberische Milben nahezu vollständig unzugänglich gemacht wurden.

Nach KOTTE (1948) sagt zwar die Menge der Wintereier nichts aus über den zu erwartenden Befall im Sommer, für den vielmehr die Witterung im Mai ausschlaggebend sei. Wenn dies auch für den Aufbau der Population im Sommer zutreffen mag, so entscheidet doch die Zahl der Wintereier bzw. die Zahl der im Frühjahr schlüpfenden Larven, über das Ausmaß der auftretenden Frühschäden, die durch das Besaugen der ersten Blättchen entstehen. Nach Ansicht von UNTERSTENHÖFER (1955) ist gerade der von der ersten Generation an den Erstlingsblättern angerichtete Schaden für die generative und vegetative Entwicklung des Obstbaumes, insbesondere für den Fruchtansatz des betreffenden Jahres, von größter Bedeutung.

Bei dem im vorliegenden Versuch nichtgespritzten Baum C betrug die Zahl der intakten Wintereier am 9. Sept., verglichen mit dem eingezelteten DDT-gespritzten Baum B, nur etwa 2 %. Der zu erwartende Frühschaden im Frühjahr 1955 wird also erheblich geringer sein als bei Baum B. Da weiter gezeigt wurde, daß auch die Sommerschäden bei dem nichtgespritzten Baum schwächer waren und sich zudem schneller ausglichen, darf man den Feinden der Spinnmilben eine wirtschaftliche Bedeutung nicht absprechen. Ertragsfeststellungen wurden nicht gemacht, weil sie infolge des Fehlens von Wiederholungen kein Gewicht gehabt hätten.

## V. Der Einfluß der Räuber auf die Wintereier von *Metatetranychus ulmi*

Wie im vorhergehenden Kapitel gezeigt werden konnte, waren am 9. Sept. 1954 auf allen 5 Versuchsbäumen schon ein Teil der Wintereier von *M. ulmi* den natürlichen Feinden zum Opfer gefallen. Die Höhe des Prozentsatzes der ausgesaugten Eier war von Baum zu Baum verschieden und richtete sich ganz nach der Behandlung, die der Baum erfahren hatte (eingezeltet oder gespritzt, oder eingezeltet und gespritzt, oder nicht eingezeltet und nicht gespritzt). Da jedoch auch nach dem 9. Sept. noch Wintereier abgelegt wurden, sollte durch eine erneute Auszählung am 18. Februar 1955 ermittelt werden, ob sich der Prozentsatz der ausgesaugten Eier über den Winter verändert hatte. Die Zahlen der beiden Termine sind in Tab. 5 zusammengefaßt. Wie schon ausgeführt, erfolgte die Entnahme der einjährigen Zweige so, daß die gewonnenen Zahlen eines Auszählungstermins unter sich vergleichbar sind.

Aus Tab. 5 geht hervor, daß mehr oder weniger starke Veränderungen feststellbar sind. Nur bei Baum C (nicht eingezeltet, nicht gespritzt), wo nach dem 9. Sept. eine Wintereiablage in nennenswertem Maße nicht mehr erfolgte, weil die phytophagen Milben durch die Räuber fast vollständig vernichtet wurden, blieb der Prozentsatz der ausgesaugten Wintereier annähernd gleich hoch (76,34 : 75,00 %). Die geringe Dichte der vorhandenen Eier (s. Abb. 17) erlaubte den Räubern einen längeren Aufenthalt auf dem Baume nicht mehr.

Bei Baum A (eingezeltet, nicht behandelt) sank der Anteil der ausgesaugten Eier um 11 % vom ersten zum zweiten Termin, d. h., daß nach dem 9. Sept. relativ mehr Eier abgelegt als ausgesaugt wurden. Immerhin ist die

*Tabelle 5*

**Anteil der ausgesaugten Wintereier an der Gesamteizahl**

| | Baum A | Baum B | Baum C | Baum D | Baum X |
|---|---|---|---|---|---|
| 9. September 1954 | | | | | |
| Gesamteizahl | 425 | 1158 | 93 | 234 | 195 |
| davon ausgesaugt | 335 | 78 | 71 | 157 | 71 |
| ausgesaugt in % | 78,82 | 6,74 | 76,34 | 67,19 | 36,41 |
| 18. Februar 1955 | | | | | |
| Gesamteizahl | 407 | 931 | 60 | 123 | 121 |
| davon ausgesaugt | 276 | 145 | 45 | 56 | 39 |
| ausgesaugt in % | 67,81 | 15,57 | 75,00 | 45,53 | 32,23 |

Spanne nicht sehr groß. Wie aus Abb. 12 zu ersehen ist, waren die Raubmilben bis zum 15. November auf den Blättern aktiv.

Während auf Baum A nur Raubmilben als Feinde auftraten, rekrutierten sich die Räuber, die auf Baum D zu finden waren, hauptsächlich aus den Ordnungen *Neuroptera, Heteroptera, Coleoptera* und *Acari*. Diese Räuber konnten zusammen bis zum 9. Sept. 67,19 % der Wintereier vernichten. Da sich die Raubinsekten jedoch früher in die Winterlager (hierher wird auch die Wintereiablage der Capsiden gezählt) zurückzogen als die Raubmilben, waren diese allein nicht in der Lage, den Prozentsatz der vernichteten Wintereier auf der Höhe der Zählung vom 9. Sept. zu halten. So erklärt sich der Abfall von 67,19 auf 45,53 % (gegenüber nur 11 % Differenz bei Baum A).

Die Zahlen von Baum X (nicht eingezeltet, einmal mit Aktivgesarol + viermal mit Fuclasin-ultra gespritzt) entsprachen, wie weiter unten noch gezeigt wird, mit 36,41 bzw. 32,23 % leeren Wintereiern denen, die in diesem Jahre auch auf andern, normal behandelten Obstbäumen gefunden wurden.

Es gelang nicht, vollkommen zu klären, warum bei Baum B (eingezeltet, einmal mit DDT gespritzt) schon am 9. Sept. 6,74 % der bis dahin abgelegten Eier leer waren, da Feinde so gut wie nie vorkamen. So muß man annehmen, daß ein gewisser Prozentsatz von Larven aus den sogenannten „Pseudowintereiern" (Reiff, 1949) schon im Herbst schlüpften.

Dieser Fall soll nach Reiff vor allen Dingen dann eintreten, wenn die Ablage der Wintereier schon im Sommer ihren Anfang nimmt, wenn ein Weibchen also gleichzeitig beide Typen, Sommer- und Wintereier, ablegt. Eine solch vorzeitige Wintereiablage soll durch Nahrungsmangel veranlaßt werden und u. U. schon im Juli beginnen. Infolge der hohen Besatzdichte von *M. ulmi* auf Baum B dürfte dieser Nahrungsmangel schon sehr frühzeitig eingetreten sein, so daß also durchaus mit dieser Herbstschlüpfrate gerechnet werden kann. Bis zum 18. Februar stieg der Anteil der leeren Wintereier auf Baum B auf 15,57 % an.

Es konnte nicht ermittelt werden, wie hoch die Herbstschlüpfrate bei den Bäumen A, C, D und X war, da der Nahrungsmangel als auslösendes Moment wegen der geringeren Dichte von *M. ulmi* bei keinem dieser Bäume so ausgeprägt auftrat wie bei Baum B und die „Pseudowintereier" möglicherweise durch die Räuber bevorzugt ausgesaugt werden. Da sich infolge der weitaus niedrigeren Eizahlen ohnehin nur ganz geringe Werte ergeben hätten, wurden diese vernachlässigt und den ausgesaugten Wintereiern zugezählt.

Weiterhin wurden 1954/55 aus einem behandelten Obstgarten von zwei Bäumen in verschiedenen Monaten je 1000 Wintereier von *M. ulmi* ausgezählt. Der gefundene Prozentsatz ausgesaugter Eier ist aus Tab. 6 ersichtlich.

*Tabelle 6*

**Anteil der ausgesaugten Wintereier in % der Gesamteizahl**

| Datum | Baum 1 | Baum 2 |
|---|---|---|
| 10. 9. 1954 | 34,42 | 45,96 |
| 7. 10. 1954 | 38,32 | 34,80 |
| 19. 2. 1955 | 34,77 | 32,50 |

Der Anteil der leeren Wintereier blieb etwa gleich hoch. Da jedoch im Sept.-Oktober sich die Gesamtzahl noch erhöhte, stieg auch die Zahl der leeren Eier absolut an. Sie schwankte 1954/55 bei den untersuchten Bäumen zwischen 32,50 und 45,96 %, betrug im Mittel aller Termine und Bäume 36,79 %. Bemerkenswert ist die Übereinstimmung mit den Zahlen von Baum X (36,41 und 32,23 %).

Im Jahre 1953/54 wurden Mitte Januar von 9 Bäumen aus zwei verschiedenen Anlagen, die regelmäßig behandelt wurden, je Baum 1000 Wintereier ausgezählt. Verwendet wurden auch hier nur einjährige Zweige. Der Prozentsatz der ausgesaugten Eier betrug in einem Garten 24,0, 24,0, 26,8, 30,8 und 32,5, in der zweiten Anlage 18,1, 25,8, 27,4 und 27,9 %, im Schnitt 27,62 und 24,80 %.

Ein ähnlicher Prozentsatz ausgesaugter Wintereier konnte auf einem unbehandelten Baum für *Bryobia praetiosa* festgestellt werden. Am 16. 2. 1954 waren von 1000 Eiern 25,2 % durch natürliche Feinde ausgesaugt.

In der Literatur wird von verschiedenen Autoren darauf hingewiesen, daß im Frühjahr ein gewisser Prozentsatz der Wintereier von *M. ulmi* ausgesaugt sei.

Geijkes (1938) berichtet, daß in einem Falle 99 % der Wintereier durch Feinde vernichtet worden seien. Collyer (1953 c) fand in einem gepflegten Garten 90 % leere Wintereier, bemerkt jedoch, daß diese hohe Zahl nicht üblich sei, sondern nur in Jahren mit starkem Vorkommen von *Conwentzia pineticola* End. erreicht würde. Für vernachlässigte Obstanlagen gibt sie 25 % leere Eier an. Auch Marlé (1950) bestätigt, daß die von Collyer erwähnte Neuroptere 1947 hohe Zahlen der Wintereier von *M. ulmi* eliminierte. Nach Andersen (1947) beträgt der Anteil leerer und geschrumpfter Eier im Frühjahr 20–50 %.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß der Anteil der durch natürliche Feinde zerstörten Eier von *M. ulmi* an der Gesamtzahl der abgelegten Wintereier auf den untersuchten Bäumen in gepflegten Anlagen 1953/54 zwischen 18 und 33 %, 1954/55 zwischen 32 und 46 % lag. Wesentlich höher, nämlich bis auf 75 %, stieg der Anteil der leeren Wintereier auf Baum C, der gut mit *M. ulmi* besetzt war und ungespritzt blieb. Die Zahl der leeren Eier in ungepflegten Anlagen konnte nicht genau ermittelt werden, da die zu den Auszählungen erforderlichen Eizahlen nicht vorhanden waren. Nach vorsichtigen Schätzungen liegt sie jedoch prozentual ebenso hoch wie in gepflegten Obstgärten.

## VI. Parasiten der Tetranychiden

Sämtliche in Hohenheim festgestellten Feinde der Tetranychiden sind Räuber. Echte tierische Parasiten wurden keine gefunden. Auch Literaturberichte über solche liegen nicht vor, wohl aber für andere Familien der *Acari* (Vitzthum, 1943).

Ferner bestanden in Hohenheim in den Jahren 1953/54 keine Anzeichen, aus denen auf die Anwesenheit von pilzlichen Parasiten geschlossen werden konnte, ebensowenig wie ein Massensterben von Tetranychiden als Folge einer Virose oder einer Bakteriose zu verzeichnen war.

## VII. Natürliche Feinde der Tetranychidenräuber

Auch die Spinnmilbenräuber haben ihre Feinde, Räuber und Parasiten, und sind somit den Naturgesetzen ebenso unterworfen wie ihre Wirte, d. h. kein Milbenfeind kann sich auf die Dauer in einem für uns positiven Sinne übervermehren, da die selbstregulatorischen Einrichtungen der Natur in Gestalt der Feinde das Gleichgewicht nach mehr oder weniger langer Zeit wiederherstellen.

Die zweijährigen Beobachtungen erlauben die folgenden Aussagen:

Die weitaus meisten der in dieser Arbeit besprochenen räuberischen Milben und Insekten müssen als polyphag bezeichnet werden und dezimieren nicht nur phytophage Milben bzw. andere Schädlinge unserer Kulturpflanzen, sondern auch sich gegenseitig. Bekannt sind die kannibalischen Neigungen verschiedener Coccinelliden und Heteropteren. Besonders die letzteren setzen sich auch untereinander von Art zu Art sehr stark zu und gehen weiterhin die weichhäutigen Larven von Coccinelliden, Neuropteren und Dipteren an, die ihrerseits als Spinnmilbenfeinde auftreten. Die Raubmilben werden von den meisten hier genannten Insekten angegriffen. Puppen von Neuropteren und Dipteren waren häufig zu einem beachtlichen Prozentsatz durch Schlupfwespen parasitiert. Diese Aufzählung kann natürlich nicht auf Vollständigkeit Anspruch erheben, weil die Aussagen nur auf zufälligen Beobachtungen beruhen.

## VIII. Über Versuche zur Einfuhr und künstlichen Vermehrung von Tetranychidenräubern

Den ersten bekanntgewordenen Versuch, zur biologischen Bekämpfung von Tetranychiden natürliche Feinde zu importieren, unternahm Speyer (1938), der den Thrips *Scolothrips sexmaculatus* Perg. von Kalifornien nach England einführte, um eine an Nelken schädliche Spinnmilbenart in Schach zu halten. Der Erfolg war nur sehr gering.

Im Jahre 1939 wurde nach Durán (1944) eine Coccinellide, *Scymnus punctillum* Weise von Berlin nach Santiago, Chile, exportiert. Die Käfer kamen zwar wohlbehalten an; man hatte jedoch offenbar den falschen Zeitpunkt gewählt, denn sie starben nach kurzer Zeit aus Mangel an geeigneter Nahrung.

Nach Finney (1953) wurde 1951 eine geringe Menge von *Stethorus*

*vagans* Blackb. von Australien nach Kalifornien verbracht, um gegen *Tetranychus bimaculatus* Harv. eingesetzt zu werden.

In einer weiteren Arbeit beschreibt Finney (1950) ein Verfahren, das erlaubt, täglich mehrere hunderttausend Eier von *Chrysopa californica* Coq. zu ernten und auszusetzen. Diese Neuroptere ist in Amerika u. a. als wichtiger Feind der Tetranychiden bekannt.

Listo und Mitarb. (1939) sind der Ansicht, daß die Coleopteren *Scymnus punctillum* Weise und *Oligota flavicornis* Boisd. sich für biologische Bekämpfungsversuche besonders gut eignen würden.

Nach eigenen Erfahrungen lassen sich *Scymnus punctillum* Weise, *Chrysopa vulgaris* Schneid. und die Heteropteren *Anthocoris nemorum* L. und *Orius minutus* L. erfolgreich züchten. Für die letzteren drei ist allerdings ausreichend Raum und hohes Nahrungsangebot erforderlich, um die durch Kannibalismus entstehenden Verluste in Grenzen zu halten. Wenn diese Voraussetzungen erfüllt sind, ließe sich mit diesen 4 Arten eine künstliche Vermehrung durchführen. Ob ein Aussetzen in Obstanlagen mit Erfolg vorgenommen werden kann, hängt natürlich von den näheren Umständen ab und kann nicht ohne weiteres entschieden werden.

In diesem Zusammenhange soll schließlich noch ein Vorschlag Erwähnung finden, den Geijskes (1938) aussprach. Er empfiehlt, zwischen den Obstbaumreihen Weiden anzupflanzen, die immer mit *Schizotetranychus schizopus* Zach. befallen seien, nie jedoch mit *Metatetranychus ulmi*. Auf diesen Weiden sollten sich die acarophagen Nützlinge vermehren, um dann auf die Obstbäume überzuwandern. Nach Geijskes Feststellungen werden die Räuber, die an den Stämmen der Obstbäume, in Rindenspalten und dergl. überwintern, durch die Winterspritzung abgetötet. Sie müßten im Frühjahr von außen erst wieder neu zuwandern und sich auf den Obstbäumen vermehren, um Bedeutung zu erlangen. Dieser Vorgang nähme erfahrungsgemäß so viel Zeit in Anspruch, daß der Vorsprung, den die Spinnmilben erlangten, nicht mehr einzuholen sei. Von den zu pflanzenden Weiden jedoch, die natürlich nicht gespritzt werden dürfen, könnten die Feinde zu einem früheren Zeitpunkt überwandern und so schon zu einem für die Milben kritischen Termin, etwa im Mai, in den Massenwechsel eingreifen.

Durch eigene Beobachtungen konnte bestätigt werden, daß *M. ulmi* auf Weiden tatsächlich nicht vorkommt und daß unbehandelte Obstbäume, die inmitten einer Korbweidenanlage standen, welche sehr stark mit *Sch. schizopus* verseucht war, von diesen nie aufgesucht wurden. Die Gefahr des Überwanderns dieser Art auf Obstbäume scheint also nicht zu bestehen.

## IX. Der Unterschied in der Zusammensetzung der Fauna in gepflegten und ungepflegten Obstanlagen

Beim Vergleich der Faunen aus den zwei erwähnten Typen von Obstanlagen fiel immer wieder auf, daß die Artenzahl der Räuber auf ungepflegten Obstbäumen ungleich mannigfaltiger war als auf regelmäßig gespritzten und gepflegten. Diese Tatsache trat am stärksten in Erscheinung in den Sommermonaten zur Zeit der insektiziden Spritzungen, wo bei Anwendung von E 605-forte die Artenzahl ein Minimum erreichte und praktisch auf Null absank. Diese Depression konnte jeweils nur sehr langsam durch Zuwande-

rung von außen überwunden werden. Mit fortschreitender Jahreszeit glich sich die Fauna, was die Zahl der Arten betrifft, immer mehr der in vernachlässigten Quartieren anzutreffenden an. Die absolute Zahl der räuberischen Individuen war jedoch, auf eine bestimmte Zahl von Blättern bezogen, gegen Ende der Vegetationszeit höher als in ungepflegten Gärten.

Eine weitere Depression ist im Frühjahr nach der Durchführung der Winterspritzung zu konstatieren, der jedoch im Sinne einer Verringerung der Zahl der Räuber nach den hier gemachten Erfahrungen nicht die Bedeutung zukommt, die ihr beispielsweise Massee (1928, 1954 a + b) zumißt, der glaubt, daß die unter der Borke überwinternden Insekten zum größten Teil abgetötet würden. Immerhin war auch in Hohenheim ein gewisser Einfluß nicht zu verkennen. Vielleicht ist diese Differenz darauf zurückzuführen, daß in den hier beobachteten Anlagen die Bäume relativ jung waren und infolge ihres glatten Stammes für die Überwinterung der Räuber ohnehin keine idealen Verstecke abgaben.

Die nach der Winterspritzung eintretende Depression im Frühjahr wird langsamer überwunden als die auf die Sommerspritzungen folgende, da im Frühjahr eine Zuwanderung von außen nur in geringem Maße stattfindet und das Anwachsen der Zahl der Räuber hauptsächlich durch ihre natürliche Vermehrung erfolgt. Da die meisten der Feinde jedoch nur eine oder zwei Generationen pro Jahr haben, geht diese Vermehrung sehr langsam vor sich. Zudem ist die Zahl der Eier, die die im Imaginalstadium überwinternden Insekten im Frühjahr ablegen *(Chrysopa vulgaris, Scymnus punctillum, Anthocoris nemorum, Orius minutus)*, sehr stark vom Verlauf der Witterung abhängig. Auf jeden Fall bringt erst die im Juli-August einsetzende zweite Generation die erwünschte Massenvermehrung, deren Umfang natürlich wiederum stark witterungsabhängig ist, wenn nicht durch Sommerspritzungen erneut in den Massenwechsel eingegriffen wird. Zu diesem Zeitpunkt hat jedoch die Population von *M. ulmi* ihren Kulminationspunkt bereits überschritten und zeigt eine rückläufige Tendenz. Dieser Abfall wird durch die Räuber beschleunigt. Erst in dieser Phase findet eine Zuwanderung von außen in stärkerem Maße statt.

Eine Sonderstellung nehmen die Raubmilben der Gattung *Typhlodromus* und die Art *Mediolata mali* ein. Sie sind gegen eine Reihe von Insektiziden und auch Fungiziden so empfindlich, daß sie in gepflegten Anlagen überhaupt nicht vorkommen. Auch die aktive Zuwanderung von außen scheidet aus. Nur durch den Wind kann eine passive Übertragung erfolgen. Diese hält sich jedoch in solch engen Grenzen, daß die Arten in behandelten Obstgärten zahlenmäßig nicht in Erscheinung treten.

Die Populationskurve der Räuber zeigt in vernachlässigten Anlagen einen stetigeren Verlauf als in gepflegten, da die durch die Spritzungen verursachten Depressionen wegfallen. Nur gegen Ende des Sommers, etwa Ende August-September, wandert ein Teil der Nützlinge ab, einem Nahrungsgefälle zwischen den beiden Typen von Obstanlagen folgend, dann, wenn der Besatz mit *M. ulmi* auf ungespritzten Bäumen ein weiteres Verbleiben der Räuber nicht mehr erlaubt, die Milbe dagegen in behandelten Gärten in Massen auftritt.

## X. Die Beeinflussung der Räuberfauna in Obstgärten durch Obstbaumspritzungen und sonstige Pflegemaßnahmen

Der Einfluß der Insektizide und Fungizide auf die Nützlingspopulation in Obstgärten war schon oft der Gegenstand ernsthafter Untersuchungen.

Massee (1928, 1954 a + b) und Massee und Steer (1929) wiesen als erste darauf hin, daß durch Teeröle, die als Winterspritzmittel Verwendung fänden, ein Ansteigen der Zahl der Milben *(M. ulmi)* verursacht würde, weil diesen Mitteln keine ovizide Wirkung gegen die Wintereier der Spinnmilbe zukomme, dagegen unter der Rinde überwinternde Nutzinsekten getroffen würden. Auch Geijskes (1938) bestätigt eine Verschiebung des biologischen Gleichgewichtes nach Anwendung von Karbolineen zugunsten der „Roten Spinne". Ebenso macht Fjelddalen (1952) die Verwendung der Teeröle als Winterspritzmittel mit für die Spinnmilbenkalamität in Norwegen verantwortlich. Dagegen kam Speyer (1933) nach Vergleich der Fangzahlen von Anthocoriden zu der Ansicht, daß die Gradation dieser Heteropteren von der Winterspritzung der Obstbäume weitgehend unabhängig sei. Weil die Fanggürtelzahlen jedoch schon vor der Durchführung der Winterspritzung gewonnen wurden, räumt Speyer ein, daß die Frühjahrsgeneration der Anthocoriden möglicherweise in Mitleidenschaft gezogen würde. Unter günstigen Bedingungen im Laufe des Sommers käme jedoch die große Vermehrungsfähigkeit dieser Arten zur Geltung, so daß die Verluste, die durch die Anwendung der Karbolineen entstünden, bis zum folgenden Winter mühelos ausgeglichen werden könnten. Dabei wird von Speyer offenbar übersehen, daß gerade die Frühjahrsgeneration der Anthocoriden in der Lage ist, an der Verhinderung der Frühschäden durch *M. ulmi* entscheidenden Anteil zu nehmen.

Über den schädlichen Einfluß von Fungiziden auf die Räuberfauna liegen eine ganze Reihe von Berichten vor (Cutright, 1942, 1944, Lathrop, 1951, Clancy & Pollard, 1952, Collyer, 1952 b, 1953 c, u. a.). In ihnen wird immer wieder betont, daß vor allem der Gebrauch von Netzschwefel und Schwefelstaub zu unterlassen sei. Zwar ist auch von der Schwefelkalkbrühe bekannt, daß ihr eine gewisse insektizide Wirkung eigen ist, doch wird dieser toxische Effekt auf die Nützlingsfauna offensichtlich durch eine wenigstens teilweise akarizide Wirkung kompensiert.

Nach Ansicht von Günthart (1945) werden die natürlichen Feinde der Spinnmilben durch nicht schwefelhaltige Fungizide abgetötet. Als Gegenmittel wird Schwefelkalkbrühe mit eventuellem Zusatz eines Netzmittels angeraten. Geier (1951) empfiehlt, zwischen Juni und August die Spritzung mit fungiziden Karbamaten zu unterlassen.

Diese Erscheinung der Beeinflussung der Räuber von *M. ulmi* in einem für uns negativen Sinne, die, das muß betont werden, schon seit Einführung der Obstbaumspritzung überhaupt auftrat, zeigte sich noch verstärkt, seitdem die neueren Kontaktinsektizide in den Spritzplan Aufnahme fanden. Vor allem kommt dem DDT dieser negative Einfluß in sehr hohem Maße zu. Eine große Zahl von Arbeiten bestätigt diese Behauptung einer selektiven Wirkung des DDT, die zu einer Verminderung der Artenzahl der Arthropodenfauna führt, von der hier die Räuber der Tetranychiden interessieren (Dean, 1945, Cutright & Sutton, 1947, Clancy & Pollard, 1952, Collyer, 1952 b, u. a.).

Obwohl spezielle Experimente über den Einfluß von Kontaktinsektiziden auf die Räuberfauna im Rahmen dieser Arbeit nicht ausgeführt wurden, sollen doch die Beobachtungen Erwähnung finden, die anläßlich der Durchführung des weiter oben mitgeteilten Versuches gemacht wurden. Es zeigte sich, daß die Besatzdichte der Räuber in direkter Abhängigkeit von der Art der Behandlung eines Baumes stand. Die in Tab. 7 aufgeführten Zahlen geben die Summe der während der Vegetationszeit 1954 vom 13. Mai bis 15. Nov. aufgefundenen Feinde an. Die Auszählung von je 25 Blättern erfolgte zweimal wöchentlich. Berücksichtigt wurden nur die Räuber bzw. nur die Stadien, die infolge ihrer relativ geringen Beweglichkeit eine einwandfreie zahlenmäßige Erfassung gewährleisteten. Die einmalige DDT-Spritzung (0,1%ig) der Bäume B und D wurde am 4. Juni ausgeführt. Baum X wurde zum üblichen Zeitpunkt einmal mit DDT-HCH komb. und viermal mit Fuclasin-ultra gespritzt. Die Bäume A und C blieben ohne Behandlung, Baum A und B waren mit Gaze dicht eingezeltet.

*Tabelle 7*

**Der Räuberbesatz eines Obstbaumes in Abhängigkeit von der Art der Behandlung**

| Räuberart | Baum A | Baum B | Baum C | Baum D | Baum X |
|---|---|---|---|---|---|
| *Typhlodromus tiliae* Oud. alle Stadien | 754 | 26 | 148 | 83 | 5 |
| *Mediolata mali* Ewing alle Stadien | 302 | — | 615 | 8 | — |
| *Scymnus punctillum* Weise Eier, Larven und Puppen | — | — | 83 | 10 | — |
| *Oligota flavicornis* Boisd. Eier und Larven | — | — | 8 | 1 | — |
| *Orius minutus* L. Larven | — | — | 52 | 53 | 31 |

Auf den beiden eingezelteten Bäumen waren während der ganzen Vegetationszeit nur Raubmilben, keine Raubinsekten zu finden. Während ihre Zahl jedoch auf Baum A über 1000 hinausging, waren auf Baum B nur ganz vereinzelt welche zu finden, die praktisch nicht ins Gewicht fallen. Dieser Unterschied kann nur durch die einmalige DDT-Spritzung erklärt werden, da die übrigen Verhältnisse die gleichen waren. Auch beim Vergleich der Zahlen von Baum C und D fällt auf, daß der gespritzte Baum D wesentlich schwächer besetzt war als der unbehandelte C. Dies trifft sowohl für die Raubmilben als auch für die Raubinsekten zu. Auch auf dem mehrfach behandelten Baum X lagen die Zahlen sehr niedrig. Mit Ausnahme von Capsiden, *Orius minutus* und einigen wenigen Raubmilben kamen Feinde nicht vor. *Orius minutus* scheint nicht sehr in Mitleidenschaft gezogen worden zu sein, wie die Zahlen von Baum D und X im Vergleich zu Baum C zeigen. Dagegen ist für alle andern Räuber vom unbehandelten über den einmal zum mehrfach gespritzten Baum eine fallende Tendenz bemerkbar.

Aus dieser kurzen Zusammenstellung geht hervor, daß zumindest das DDT auf die Räuber einen toxischen Effekt haben muß.

Eine zusammenfassende Übersicht über den Fragenkomplex DDT-

*M. ulmi*-nat. Feinde gibt Hueck (1953). Er erklärt, daß die Verringerung der Zahl der Arten der Räuber durch DDT (ebenso wie durch Schwefelpräparate und Teeröle) offensichtlich sei. Dabei läßt er mit Absicht die Frage offen, ob diese Tatsache der einzige Grund für das Anwachsen der Schädlingspopulation sei.

Nach den Erfahrungen von Collyer (1952 b, 1953 d) werden die wichtigsten Feinde durch DDT, HCH, Parathion und TEPP abgetötet. Zudem besäßen die ersten drei Stoffe noch eine beachtliche Residualwirkung, gegen die vor allen Dingen Capsidenlarven empfindlich seien, weniger juvenile Anthocoriden, während die adulten Stadien der Anthocoriden und Larven und Imagines von *Scymnus punctillum* am wenigsten in Mitleidenschaft gezogen würden.

Michelbacher & Bacon (1952) gehen noch weiter und behaupten, daß jede Spritzung die Räuber schädige und man deshalb sowenig wie möglich spritzen solle, wenn nicht das zu verwendende Mittel den Schädling mit Sicherheit abtöte.

Tatsächlich ist auch von einer ganzen Reihe weiterer Insektizide bekannt, daß sie die natürlichen Feinde der Spinnmilben abtöten. Das gilt vor allem für Nikotin (Massee, 1928), Kubé und Derris (Garman & Townsend, 1938) sowie für HCH, speziell in Kombination mit DDT (Michelbacher & Bacon, 1952).

Solomon (1953) kommt nach Bearbeitung der angelsächsischen Literatur zu der Aussage, daß neben den hier bereits angeführten Wirkstoffen DDT, HCH, Parathion, Schwefel und Teeröl auch Chlordan, Kryolith, Zink- und Kupfermittel, Reinstpetroleum und Blausäure schon als Ursache von Übervermehrungen verschiedener Apfel- und Citrusschädlinge bekannt wurden. Unter diesen nicht näher bezeichneten Schädlingen befinden sich auch 6 Milbenarten.

Nach eigenen Beobachtungen, die im Freiland gemacht wurden, tötet das E 605 mit seinem breiten Wirkungsspektrum den größten Teil der Nützlingsfauna ab. Diese Tatsache wird jedoch zunächst nicht so auffällig, weil Hand in Hand damit meist eine befriedigende Wirkung gegen den Schädling selbst einhergeht. Allerdings konnte in den Obstanlagen um Hohenheim festgestellt werden und Collyer (1952 b) konstatierte dasselbe nach der Anwendung von Parathion, daß die Population von *M. ulmi* sich in Obstanlagen nach E 605-Spritzungen rasch wieder der ursprünglichen Höhe näherte, ja diese sogar überschritt, weil die Eier der Milbe unbehelligt blieben, die Feinde jedoch abgetötet wurden. So können sich die aus den Eiern ausschlüpfenden Larven ungehindert entwickeln und vermehren, weil die natürlichen Feinde nur sehr langsam wieder zuwandern.

Auf Grund dieser Tatsachen muß die Forderung erhoben werden, in Zukunft mehr durch selektive Akarizide bzw. durch systemische Insektizide zum Erfolg zu gelangen zu suchen, um die Nützlingspopulation zu erhalten und die indifferente Fauna zu schonen.

Hier ist noch ergänzend einzuschieben, daß neben der Anwendung der chemischen Mittel auch weitere Pflegemaßnahmen sich indirekt gegen die natürlichen Feinde richten. Auch Collyer (1953 c) weist auf diese unerfreulichen Auswirkungen an sich nützlicher Arbeiten hin.

Vor allen Dingen das Abschaben der Rindenschuppen von den Stämmen beraubt verschiedene Coccinelliden und Heteropteren ihrer Winterverstecke. Auch das Verspritzen von Karbolineen und DNC-Mitteln wirkt, neben dem

direkten toxischen Effekt, in dieser Richtung, da Flechten und Moose abgetötet werden. Schließlich sorgt der Obstbaumschnitt dafür, daß alljährlich ein Teil der einjährigen Triebe, die von verschiedenen Capsiden für die Ablage der Wintereier bevorzugt werden, aus dem Obstgarten verschwindet und mit ihnen diese Eier. Die Wintereier von *M. ulmi* werden von dieser Maßnahme nicht in gleichem Maße betroffen, da sie vornehmlich auf altes Holz abgelegt werden.

Daneben trägt die Entfernung von Büschen und Hecken und die Bekämpfung der Unkräuter zu einer Verarmung der Räuberfauna in den Obstgärten bei, da viele der Räuber auch auf diesen Gewächsen vorkommen. So ist beispielsweise bekannt, daß sich *Anthocoris nemorum* mit Vorliebe auf Brennnesseln und Weidenbüschen aufhält und daß diese Pflanzen ein vorzügliches Reservoir für die Nachlieferung an die durch Spritzungen dezimierte Nützlingsfauna in Obstanlagen darstellen. Ihre Entfernung muß sich in um so stärkerem Maße bemerkbar machen, je mehr die in der Nähe liegenden Obstgärten mit Mitteln behandelt werden, die für die natürlichen Feinde toxisch sind.

## XI. In der Literatur genannte Faktoren, die für die Übervermehrung der Spinnmilben verantwortlich gemacht werden

Es wurde gezeigt, daß die Feinde der Spinnmilben durch verschiedene chemische Präparate in Mitleidenschaft gezogen werden und nach Obstbaumspritzungen u. U. für längere Zeit ausfallen können. Es konnte weiterhin gezeigt werden, daß sich die Population von *M. ulmi* auf einem Baum, der nicht gespritzt wird, sehr viel schwächer vermehrt und wesentlich weniger Wintereier abgelegt werden, einfach deshalb, weil die natürlichen Feinde nicht in ihrer Tätigkeit gestört werden.

Da Massenvermehrungen von *M. ulmi* in Hohenheim ausschließlich in gepflegten Anlagen beobachtet werden konnten, also in solchen, die eine regelmäßige Spritzung erhielten, wurde angenommen, daß diese Spritzungen mit chemischen Mitteln für die Massenvermehrung verantwortlich zu machen seien, weil sie die natürlichen Feinde ausschalteten. Es wurde gefunden, daß eine Reihe von weiteren Pflegemaßnahmen gleichsinnig wirken, indem auch sie die Lebensbedingungen der natürlichen Feinde verschlechtern.

Diese hier vertretene Ansicht wird durch eine ganze Reihe von Arbeiten unterstützt. Es fehlt aber auch nicht an Theorien, die eine andere Erklärungsmöglichkeit suchen, indem sie entweder den Einfluß der Schädlingsbekämpfungsmittel auf dem Weg über die natürlichen Feinde in Abrede stellen oder aber diesen anerkennen, jedoch zusätzlich weitere Faktoren verantwortlich machen.

Es wird oft die Vermutung ausgesprochen, daß die überdurchschnittlich warme Witterung der letzten Dekade einen für die Entwicklung und Vermehrung der Spinnmilben förderlichen Einfluß gehabt haben könnte. Da man weiß, daß die Tetranychiden thermophil sind und im biologischen Bereich auf steigende Temperatur mit einem beschleunigten Entwicklungsrhythmus reagieren, darf man annehmen, daß sich die Zahl der Generationen bei entsprechender Temperaturerhöhung um eine oder auch zwei vermehren kann. Weiter liegt in Jahren mit hoher Temperatur und geringer

Niederschlagstätigkeit die Zahl der pro Weibchen abgelegten Eier höher, die allgemeine Mortalität jedoch niedriger als in für die Spinnmilben ungünstigen Jahren. Deshalb wird auch die Anzahl der Individuen innerhalb der einzelnen Generation höher sein, was sich wiederum durch verstärkte Eiablage auf die Populationshöhe der folgenden auswirkt.

Nun taucht jedoch die Frage auf, ob es nicht auch schon in früheren Zeiten ungewöhnlich warme bzw. Serien solcher warmen Jahre gab. Um zu sehen, wie sich die Temperaturverhältnisse in Hohenheim entwickelten, wurden die Monatsmittelwerte der Jahre 1884–1953 ausgewertet. Berücksichtigt wurden nur die Monate März–Oktober je einschließlich. Die Temperaturverhältnisse der übrigen Monate sind ziemlich bedeutungslos, ja tiefe Temperaturen während des Winters sind für die Spinnmilben eher förderlich, weil die Aktivität der natürlichen Feinde vermindert wird.

*Tabelle 8*

**Die Entwicklung der Temperaturverhältnisse in Hohenheim in den Jahren 1884–1953**

| | März | April | Mai | Juni | Juli | Aug. | Sept. | Okt. | Summe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1884–1893 | — 14,1 | — 3,6 | — 2,2 | — 0,8 | — 3,9 | — 3,0 | — 2,8 | — 8,1 | — 38,5 |
| 1894–1903 | + 0,3 | — 0,3 | — 13,0 | + 0,7 | — 0,8 | — 2,6 | + 1,2 | + 1,2 | — 13,3 |
| 1904–1913 | + 2,2 | — 3,2 | + 2,3 | + 0,8 | — 0,2 | — 2,2 | — 10,1 | + 3,8 | — 6,6 |
| 1914–1923 | + 4,8 | — 3,3 | + 11,6 | — 5,2 | + 0,2 | — 0,4 | + 1,2 | — 5,2 | + 3,7 |
| 1924–1933 | — 3,5 | — 0,9 | + 0,1 | + 0,4 | + 3,8 | + 1,7 | + 3,5 | + 4,9 | + 10,0 |
| 1934–1943 | + 5,6 | + 2,0 | — 4,1 | + 4,4 | + 0,9 | + 0,2 | + 2,8 | + 1,1 | + 12,9 |
| 1944–1953 | + 4,6 | + 5,0 | + 5,6 | — 0,4 | — 0,1 | + 6,1 | + 4,2 | + 2,2 | + 27,2 |

Der Zeitraum von 1884–1953 wurde in Dekaden eingeteilt. Die Monatsmittelwerte einer Dekade wurden für jeden Monat addiert und aus den erhaltenen 7 Werten der Mittelwert (70jähriges Monatsmittel) errechnet. Nun wurden die Abweichungen von diesem Wert ermittelt und pro Dekade die Abweichungen aller Monate (März–Oktober) addiert. Angaben in Grad C (Tab. 8).

Aus Tab. 8 geht hervor, daß in der Dekade 1944–1953 zwei Monate, Juni und Juli, um ein Geringes, nämlich 0,04 bzw. 0,01° C unter dem Mittelwert liegen, der für den jeweiligen Monat errechnet wurde, in der Dekade 1934–1943 der Monat Mai um 0,41° C, von 1924–1933 der März um 0,35 und der April um 0,09° C. In den übrigen Dekaden liegen je 4 Monate unter dem Durchschnitt, von 1884–1893 sogar alle acht.

Beim Vergleich der Summe der Abweichungen (rechte Spalte in Tab. 8) sämtlicher Monate (März–Oktober) ergibt sich, daß in den letzten 70 Jahren die Temperatur in Hohenheim während der angegebenen Monate tatsächlich anstieg und daß die Zunahme eine kontinuierliche war. Da sie sich somit dem Entwicklungsoptimum der Spinnmilben nähert, welches für *M. ulmi* mit etwa 21° C (Andersen, 1947), für *Tetranychus urticae* mit 22° C (Linke, 1953) angegeben wird, ist ihr ein gewisser populationsdynamischer Einfluß nicht abzusprechen. Dabei darf jedoch nicht übersehen werden, daß auch die natürlichen Feinde bei höheren Temperaturen bessere Entwicklungsbedingungen vorfinden.

Die Tatsache, daß in vernachlässigten Obstgärten die Spinnmilbenfrage nur eine untergeordnete Rolle spielt, ist Beweis dafür, daß der Faktor Tem-

peratur nicht alleine für die Übervermehrung verantwortlich gemacht werden darf.

Den chemischen Mitteln wird neben ihrer Wirkung auf die natürlichen Feinde auch ein direkter stimulierender Einfluß nachgesagt, der sich in einer gesteigerten Eiablagetätigkeit ausdrückt (Davis, 1952, Hueck & Mitarb., 1952).

Roesler (1953) und Unterstenhöfer (1955) machen den modernen Obstbaumschnitt für eine stärkere Belichtung und Erwärmung der Krone verantwortlich und betrachten diese Tatsache mindestens als teilweisen Grund für die Gradation der Spinnmilben.

Ebenso sollen die neuerdings häufiger Verwendung findenden Spindelbüsche infolge ihres lockeren Kronenaufbaues die Gefahr gegenüber den Hochstämmen vergrößern, weil auch hier die gesteigerte Sonneneinstrahlung eine stärkere Erwärmung bewirke. Auch der Obstbau auf offenem Boden, der im Augenblick sehr propagiert wird, würde die Temperatur in einer Obstanlage durch die Reflektion der Sonnenstrahlen erhöhen (Roesler, 1953).

Schließlich wies Kuenen (1948) nach, daß in diesem Zusammenhange auch die Kondition des Obstbaumes eine Rolle spiele, weil die bessere Ernährung, die Bäume in gepflegten Anlagen erfahren, die Milben in die Lage versetze, mehr Eier abzulegen.

## Zusammenfassung

1. Beobachtet wurden in Stuttgart-Hohenheim fünf an Obstbäumen schädlich auftretende Spinnmilbenarten und je eine an *Tilia* sp. und *Salix* sp. Die wirtschaftlich wichtigste „Rote Spinne" ist die an verschiedenen Obstgewächsen vorkommende Art *Metatetranychus ulmi* Koch.
2. In den Jahren 1953 und 1954 konnten 59 räuberisch lebende Arthropoden als Tetranychidenfeinde bestimmt werden, von denen jedoch nur *Scymnus punctillum Weise* und *Oligota flavicornis* Boisd. als obligate Milbenräuber zu betrachten sind; alle andern ernähren sich nur fakultativ von Spinnmilben. Einige dieser Räuber sind bisher in der Literatur noch nicht als natürliche Feinde der Tetranychiden genannt. Sie werden an dieser Stelle zum ersten Male als solche beschrieben.
3. Alle in Hohenheim gefundene Feinde der Tetranychiden sind echte Räuber. Pflanzliche sowie tierische Parasiten und Virosen wurden keine beobachtet.
4. Wenn eine Klassifizierung versucht werden darf, mit der Einschränkung, daß diese nur für Stuttgart-Hohenheim und nur für die Jahre 1953 und 1954 Gültigkeit haben kann, so müssen acht Arten der Familie *Phytoseiidae (Acari)*, nämlich *Typhlodromus tiliae* Oud., *T. soleiger* Ribaga, *T. vitis* Oud., *T. finlandicus* Oud., *T. cucumeris* Oud., *T. rhenanus* Oud., *Phytoseius macropilis* Banks, eine weitere nicht bestimmte Art und *Mediolata mali* Ewing *(Acari,* Fam. *Raphignathidae)* an erster Stelle genannt werden. Auf den nächsten Plätzen folgen: *Chrysopa vulgaris* Schneid. *(Neuropt.,* Fam. *Chrysopidae), Scymnus punctillum* Weise *(Coleopt.,* Fam. *Coccinellidae), Anthocoris nemorum* L. und *Orius minutus* L. *(Hem.-Het.,* Fam. *Anthocoridae), Campylomma verbasci* Mey.-D., *Camptobrochis lutescens* Schill., *Orthotylus marganalis* Reut.,

*Malacocoris chlorizans* Panz. *(Hem.-Het.,* Fam. *Capsidae), Oligota flavicornis* Boisd. *(Coleopt.,* Fam. *Staphylinidae)* und *Blepharidopterus angulatus* Fall. *(Hem.-Het.,* Fam. *Capsidae).* Weitere Arten der Ordnungen *Neuroptera, Coleoptera, Hemiptera-Heteroptera, Acari, Diptera* und *Thysanoptera* besitzen weniger Bedeutung, weil sie entweder zu selten vorkommen oder nur gelegentlich Spinnmilben als Nahrung aufnehmen.

5. Von einigen der wichtigeren Arten wurden mit Hilfe von Pappgürteln, die über den Winter an Baumstämme angelegt wurden, durch Freilandbeobachtungen, Blattauszählungen unter dem Binokular und Zuchtversuche im Laboratorium unter verschiedenen Temperaturbedingungen bei ausschließlicher Milbennahrung die wichtigsten entwicklungsbiologischen Daten festgestellt. Ergänzend dazu wurde in Fraß- und Haltungsversuchen die Frage geklärt, ob ein Räuber mehrere Tetranychidenarten als Nahrung annimmt, bzw. ob bestimmte Entwicklungsstadien beim Fraß bevorzugt werden. Weiter wurden Beobachtungen gemacht über sonstige Fraßgewohnheiten, Fraßmenge usw.
6. Um zu zeigen, daß der Gesamtheit der natürlichen Feinde der Tetranychiden eine wirtschaftliche Bedeutung zukommt, wurde im Jahre 1954 ein Versuch durchgeführt. Von 4 Bäumen gleichen Alters, gleicher Sorte und bis zum Versuchsbeginn gleicher Behandlung, wurden zwei mit Hilfe von Gaze eingezeltet. Die Ausgangspopulation von *M. ulmi* war auf allen Bäumen etwa gleich hoch. Am 4. Juni erhielt je ein eingezelteter und ein nichteingezelteter Baum eine 0,1%ige DDT-Spritzung (80% Wirkstoffgeh.). Weitere Spritzungen mit Insektiziden oder Fungiziden kamen nicht zur Durchführung. Von allen 4 Bäumen wurden im Laufe des Sommers wöchentlich zweimal je 25 Blätter entnommen und unter dem Binokular ausgezählt. Es zeigte sich folgendes:
   a. Die natürlichen Feinde waren am zahlreichsten auf dem nichtbehandelten, nicht eingezelteten Baum C. Dagegen gelang es, sie durch die einmalige DDT-Spritzung und den Gazeüberzug vom Baum B fast vollkommen fernzuhalten. Die Höhe des Räuberbesatzes auf den beiden Bäumen A (nur eingezeltet) und D (nur einmal mit DDT gespritzt) bewegte sich zwischen diesen beiden Extremen.
   b. Der Kulminationspunkt der Populationskurven von *M. ulmi* lag bei den eingezelteten Bäumen A und B bei 12 880 bzw. 13 187 Stadien pro 25 Blatt. Die entsprechenden Zahlen für die beiden nicht eingezelteten Bäume C und D betrugen 10 959 bzw. 10 013 Stadien. Der Abfall dieser Kurven erfolgte zeitlich am frühesten bei dem nichtbehandelten, nichteingezelteten Baum C durch die Summierung der abiotischen Faktoren mit der Tätigkeit der Räuber, setzte jedoch am spätesten bei dem behandelten, eingezelteten Baum B ein, bei dem er lediglich durch die abiotischen Faktoren bedingt war. Die Bäume A und D nahmen eine Mittelstellung ein. Als Folge dieser zeitlichen Differenz machten sich beim Baum B die höchsten, beim Baum C dagegen die geringsten Saugschäden bemerkbar.
   c. Wesentlicher als die Verringerung der Individuenzahl war jedoch, daß gerade in dieser Zeit der großen Unterschiede in der Besatzdichte die Ablage der Wintereier von *M. ulmi* ihren Anfang nahm. Schon am 9. Sept. betrug das Verhältnis der bis zu diesem Termin abgeleg-

ten Wintereier bezogen auf Baum B (100 %) für die Bäume A 36,70, D 20,21 und C 8,03 %.

d. Neben der Verringerung der Individuenzahl von *M. ulmi* und der dadurch bedingten geringeren Wintereiablage war als weitere Folge der Tätigkeit der natürlichen Feinde ein hoher Prozentsatz ausgesaugter Wintereier festzustellen, der am 9. Sept. für Baum D 67,19, C 76,34 und für Baum A 78,82 % ausmachte. Auf Baum B waren 6,74 % der Eier leer. Diese waren ausnahmslos schon im Herbst geschlüpft.

7. Der Anteil der ausgesaugten Wintereier von *M. ulmi* lag in Hohenheim in gepflegten Anlagen 1953/54 zwischen 18 und 33 %, 1954/55 zwischen 32 und 46 % der Gesamteizahl; nach Schätzungen bewegte er sich auf unbehandelten Obstbäumen in derselben Höhe.
8. Aus der Literatur sind verschiedene Versuche bekannt, Tetranychidenräuber zu importieren. Diese Bestrebungen zeitigten keine oder doch nur sehr unbefriedigende Erfolge. Nach eigenen Erfahrungen lassen sich *Scymnus punctillum* Weise, *Chrysopa vulgaris* Schneid., *Anthocoris nemorum* L. und *Orius minutus* L. am leichtesten züchten, kommen also für solche Versuche unter deutschen Verhältnissen am ehesten in Betracht.
9. Die Artenzahl der Räuber ist in ungepflegten Obstanlagen immer größer als in behandelten. Diese Tatsache tritt besonders nach insektiziden Spritzungen in Erscheinung, die jeweils zu einer Depression führen, die nur sehr langsam überwunden werden kann. Gegen den Herbst, mit zunehmendem zeitlichen Abstand zu diesen Spritzungen, gleicht sich die Fauna behandelter Obstplantagen immer mehr der ungepflegter an.
10. Durch Obstbaumspritzungen, vor allem mit den beiden modernen Kontaktinsektiziden DDT und E 605-forte, werden die meisten natürlichen Feinde abgetötet. Da der Erfolg dieser Mittel gegen die Milben nicht genügend groß ist (keine ovizide Wirksamkeit), kann es nach diesen Spritzungen zur Massenvermehrung von *M. ulmi* kommen. Gleichsinnig wirken einige weitere Pflegemaßnahmen, wie Abkratzen der Stämme und Beschneiden der Bäume, Vernichten von Hecken und Unkräutern.

## Summary

1. The above work deals with investigations carried out in Stuttgart-Hohenheim on the bionomics of the useful arthropods associated with red spiders and other phytophagous mites.
2. Five species of red spider mites injurious to fruit trees and two from *Salix* sp. and *Tilia* sp. were studied. The species with the greatest economic importance is *Metatetranychus ulmi* Koch.
3. In 1953 and 1954, 59 predatory arthropods were identified as natural enemies of Tetranychidae, of which only *Scymnus punctillum* Weise and *Oligota flavicornis* Boisd. are obligatory predators of phytophagous mites, the others feeding on Tetranychids merely from choice. Parasites were not observed.
4. The most important predators were 8 species of the family *Phytoseiidae (Acari)*, particularly *Typhlodromus tiliae* Oud., also *Mediolata mali* Ewing *(Acari: Raphignathidae)*, *Chrysopa vulgaris* Schn. *(Neuroptera: Chrysopidae)*, *Scymnus punctillum* Weise *(Coleoptera: Coccinellidae)*,

*Anthocoris nemorum* L. and *Orius minutus* L. *(Hemiptera: Anthocoridae)* and some bugs of the family *Capsidae*. Other species belonging to the orders *Neuroptera, Coleoptera, Hemiptera-Heteroptera, Acari, Diptera* and *Thysanoptera* are of lesser economic importance.

5. As a result of the activity of the natural enemies of *Metatetranychus ulmi,* there was found, in a test carried out in 1954
   a. a reduction in the number of mites
   b. a decrease in the number of winter eggs laid and
   c. a high percentage of attacked winter eggs.
6. The number of predatory species was higher in neglected orchards than in commercial ones. This was directly due to spraying with insecticides which usually leads to a decrease in the population density of the predators.

## Literatur

Die mit * versehenen Arbeiten waren nur im Referat zugänglich


Andersen, V. St.: Untersuchungen über die Biologie und Bekämpfung der Obstbaumspinnmilbe *Paratetranychus pilosus* Can. et. Fanz. Diss. Uni. Bonn, 1947, 1–118.

Atcheson, W. C.: An Ecological Study of three Species of Mites on American Linden. J. econ. Ent. **46**, 1953, 705.

Ballard, R. C.: The Biology of the Predaceous Mite *Typhlodromus fallacis* Garm. *(Phytoseiidae)* at 78° F. Ohio J. Sci. **54**, 1954, 175–179.

Bailov, D.*: Beitrag zur Erkenntnis des Kampfes gegen den Tabakblasenfuß in Bulgarien. Rev. Inst. Rech. agr. Bulg. Sofia **4**, 1929, 21–86 (R. a. E. **18**, 1930, 153).

Baker, E. W. and Wharton, G. W.: An Introduction to Acarology. New York, 1952, 1–465.

Berker, J.: Über den Einfluß zweier Raubmilben auf den Populationsverlauf von *Metatetranychus ulmi* Koch. Mitt. B. B. A. Heft 85, 1956, 44–48.

Brohmer, P.: Die Tierwelt Mitteleuropas. 1932, IV. und VI. Band, 1. Lieferung.

Clancy, D. W. and Pollard, H. N.: The Effect of DDT on Mite and Predator Populations in Apple Orchards. J. econ. Ent. **45**, 1952, 108–114.

Collyer, E.: Biology of some predatory Insects and Mites associated with the Fruit Tree Red Spider Mite *(Metatetranychus ulmi* Koch) in South-Eastern England.
I. The Biology of *Blepharidopterus angulatus* Fall. *(Hem.-Het., Miridae).* J. hort. Sci. **27**, 1952 (a), 117–129.
II. Some important Predators of the Mite. Ebenda **28**, 1953 (a), 85–97.
III. Further Predators of the Mite. Ebenda **28**, 1953 (b), 98–113.
IV. The Predator-Mite Relationship. Ebenda **28**, 1953 (c), 246–259.

— The Effect of Spraying Materials on some Predatory Insects. Ann. Rep. E. Mall. Res. Sta. 1952 (b), 141–144.

— Some Predaceous Insects of commercial Orchards. Ebenda 1953 (d), 218–219.

Collyer, E. and Kirby, H. M.: Some Factors affecting the Balance of Phytophagous and Predacious Mites on Apple in South-East England. J. hort. Sci. **30**, 1955, 97–108.

Cutright, C. R.*: The Season's Experiments with Red Mite Control. Proc. Ohio hort. Soc. **75**, 1942, 32–44 (R. a. E. **31**, 1943, 473).

— Populations of the European Red Mite as affected by Spray Schedules. J. econ. Ent. **37**, 1944, 499–502.

Cutright, C. R. and Sutton, R.*: Effectiveness of Acaricides in DDT-sprayed Apple Orchards. J. econ. Ent. **40**, 1947, 557–561 (R. a. E. **37**, 1949, 200).

Davis, D. W.: Some Effects of DDT on Spider Mites. J. econ. Ent. **45**, 1952, 1011–1019.

Dean, R. W.*: DDT Sprays and European Red Mite Populations in Eastern New York. J. econ. Ent. **38**, 1945, 724–725 (R. a. E. **35**, 1947, 131).

Döhring, E.: Die rote Stachelbeermilbe *Bryobia praetiosa* Koch als lästiger Wohnungseindringling. Schädlingsbekämpfung **44**, 1952, 171–175.

Dosse, G.: Die Gewächshausspinnmilbe *Tetranychus urticae* Koch forma *dianthica* und ihre Bekämpfung. Höfchen-Briefe **5**, 1952, 238–267.

— Neue Gesichtspunkte zur Spinnmilbenfrage. Mitt. Biol. Zentralanst. Heft 75, 1953, 224–227.
— Über Bekämpfungsmöglichkeiten einiger Spinnmilbenarten mit verschiedenen Akariziden. Anz. Schädlingsk. **27**, 1954, 65–71.
— Aus der Biologie der Raubmilbe *Typhlodromus cucumeris* Oud. *(Acar., Phytoseiidae).* Z. Pflanzenkrankh. **62**, 1955, 593–598.
— Über die Bedeutung der Raubmilben innerhalb der Spinnmilbenbiozönose auf Apfel. 1. Grundsätzliches aus der Biologie räuberischer Milben. Mitt. B. B. A. Heft 85, 1956 (a), 41–44.
— Über die Entwicklung einiger Raubmilben bei verschiedenen Nahrungstieren *(Acar., Phytoseiidae).* Pflanzenschutzberichte Wien, **14**, 1956 (b), 122–136.
Durán, M. L.*: Primer ensayo de importación de insectos benéficos de Europa a Chile. Agricultura téc. **4**, 1944, 57–58 (R. a. E. **35**, 1947, 8).
Evans, O.*: A new Typhlodromid mite predaceous on *Tetranychus bimaculatus* Harvey in Indonesia. Ann. Mag. Nat. Hist. **5** (12), 1952, 413–416 (Z. Pflanzenkrankh. **60**, 1953, 498).
—* On a predatory mite of economic importance. Bull. Ent. Res. **43** (2), 1952, 397–401 (Z. Pflanzenkrankh. **60**, 1953, 498).
Finney, G. L.: Mass-culturing *Chrysopa californica* to obtain Eggs for Field Distribution. J. econ. Ent. **43**, 1950, 97–100.
— A Technique for Mass-culture of the Six-spotted Mite. J. econ. Ent. **46**, 1953, 712–713.
Fjelddalen, J.*: Midder pa Frukttraer og Baervekster. Biologie og Bekjemping. Oslo, Statens Plantevern Zool. Avd. Frukt og Boer 1952, 56–72 (Z. Pflanzenkrankh. **60**, 1953, 210).
Garman, P.: Mite Species from Apple Trees in Connecticut. Bull. Conn. agric. Exp. Sta. No. 520, 1948, 1–27.
Garman, P. and Townsend, J. F.*: The European Red Mite and its Control. Ebenda No. 418, 1938, 34 pp. (R. a. E. **27**, 1939, 429).
Gasser, R.: Zur Kenntnis der gemeinen Spinnmilbe *Tetranychus urticae* Koch. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. **24**, 1951, 217–262.
Geier, P.*: La lutte contre les Acariens phytophages en arboriculture fruitière. Landw. Jahrb. Schweiz **65**, 1951, 911–930 (R. a. E. **41**, 1953, 180).
Geier, P. und Baggiolini, M.: *Malacocoris chlorizans* Pz. *(Hem.-Het., Mirid.)* prédateur des Acariens phytophages. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. **25**, 1952, 257–259.
Geijskes, D. C.: Waarnemingen over het Fruitspint in Verband met zijn Bestrijding. Tijdschr. Plantenziekten **44**, 1938, 49–80.
Groves, J. R.: A Synopsis of the world literature on the Fruit Tree Red Spider Mite *(Metatetranychus ulmi* Koch) and its predators. London, 1951, 1–180.
Günthart, E.: Über Spinnmilben und deren natürliche Feinde. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. **19**, 1945, 279–308.
Hanstein, R. v.: Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Tetranychus* Dufour. Z. wissensch. Zool. **70**, 1901, 58–108.
Hantsbarger, W. M. and O'Neill, W. J.: Predaceous Mites of the Family *Laelaptidae* in North-Central Washington. J. econ. Ent. **47**, 1954, 176–177.
Hey, G. L.*: Observations on the Life History of the Fruit Tree Red Spider and its Control. Fruitgrower **97**, 1944, 66, 70, 101–102, 199–200, 313–314, 387–388, 423–424 (R. a. E. **33**, 1945, 233).
Hueck, H. J.: The Population-Dynamics of the Fruit Tree Red Spider. Diss. Uni. Leiden, 1953, 1–148.
Hueck, H. J., Kuenen, D. J., Den Boer, P. J., Jaeger, E.: The Increase of Egg Production of the Fruit Tree Red Spider Mite *(Metatetranychus ulmi* Koch) under Influence of DDT. Physiologia, Comparata et Oecologia **2**, 1952, 371–377.
Huffaker, C. B. and Kennett, C. E.: Differential Tolerance to Parathion of two *Typhlodromus* predatory on Cyclamen Mite. J. econ. Ent. **46**, 1953, 707–708.
Kotte, W.: Krankheiten und Schädlinge im Obstbau und ihre Bekämpfung. Parey, 1948, 97.
Kuenen, D. J.: On the ecological significance of two Predators of *Metatetranychus ulmi* Koch *(Acari, Tetranychidae).* Tijdschr. Ent. **88**, 1945, 303–312.
— The Fruit Tree Red Spider *(Metatetranychus ulmi* Koch, *Tetranychidae, Acari)* and its Relation to its host plants. Ebenda **91**, 1948, 83–102.
— Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek. Jaarverslag 1953, 35.
Lathrop, F. H.: Sidelights on European Red Mite Control. J. econ. Ent. **44**, 1951, 509–514.
Linke, W.: Untersuchungen über Biologie und Epidemiologie der Gemeinen Spinnmilbe

*Tetranychus althaeae* v. Hanst., unter besonderer Berücksichtigung des Hopfens als Wirtspflanze. Höfchen-Briefe **6**, 1953, 185–238.

Listo, J., Listo, E. M., Kanervo, V.: Tutkimuksia hedelmäpuupunkista *(Paratetranychus pilosus* C. & F.). Valt. maatal. julkaisuja = Agric. exp. activ. of the State. Helsinki, **99**, 1939, 143 S. (Z. Pflanzenkrankh. **50**, 1940, 215, ebenda **52**, 1942, 275).

Lord, F. T.: The Influence of Spray Programs on the Fauna of Apple Orchards in Nova Scotia. III. Mites and their Predators. Canad. Entomol. **81**, 1949, 202–214.

Marlé, G.*: Observations on the Dispersal of the Fruit Tree Red Spider Mite, *Metatetranychus ulmi* Koch. 38th Rep. E. Mall. Res. Sta. 1949/50, 155–159 (R. a. E. **41**, 1953, 169).

Massee, A. M.*: The Fruit Tree Red Spider *(Oligonychus ulmi* C. L. Koch). Rep. E. Mall. Res. Sta. 1928 (R. a. E. **17**, 1929, 500).

— Problems arising from the Use of Insecticides: Effect on the Balance of Animal Populations. Rep. 6th Commonw. Ent. Conf. 1954 (a), 53.

— The Pests of Fruits and Hops. London, 3. Aufl. 1954 (b), 86 und 256.

Massee, A. M. and Steer, W.*: Tar-distillate Washes and Red Spider. J. Min. Agric. **36**, 1929, 253–257, London (R. a. E. **17**, 1929, 501).

Mathys, G.: La protection contre les acariens nuisibles au feuillage des arbres fruitiers. Rev. Romande Agric., Vitic., Arboric. **9** (6), 1953, 49–51.

— Le problème de la lutte contre les araignées rouges de la vigne. Ebenda **10** (10), 1954, 81–84.

— Das Massenauftreten von Spinnmilben als biozönotisches Problem. Mitt. B. B. A., Heft 85, 1956, 34–40.

Menzel, K. C.: Untersuchung der schädigenden Wirkung kupferhaltiger Spritzmittel. Angew. Bot. **17**, 1935, 225–253.

Michelbacher, A. E. and Bacon, O. G.: Walnut Insect and Spider Mite Control in Northern California. J. econ. Ent. **45**, 1952, 1020–1027.

Nesbitt, H. H. J.: A Taxonomic Study of the *Phytoseiinae* (Family *Laelaptidae)* Predacious upon *Tetranychidae* of Economic Importance. Zool. Verh. Rijksmus. Nat. Hist. Leiden **12**, 1951, 1–64.

Newcomer, E. J. and Yothers, M. A.*: Biology of the European Red Mite in the Pacific Northwest. Tech. Bull. U.S. Dept. Agric. March 1929 (R. a. E. **17**, 1929, 390).

Pesca, W.*: Obserwacje nad biologja dziobalka gajowego *Anthocoris nemorum* L. Trans. Dep. Plant. Dis. St. Inst. Agric. Bydgoszcz (Bromberg) **10**, 1931, 53–71 (R. a. E. **19**, 1931, 462).

Pickett, A. D.*: The Mullein Leaf Bug *Campylomma verbasci* Meyer, as a Pest of Apple in Nova Scotia. Rep. Ent. Soc. Ont. **69**, 1938, 105–106 (R. a. E. **28**, 1940, 430).

Radzievskaya, S.*: *Stethorus punctillum*, a destroyer of the Red Spider. Za khlopkov. Nevavisim, Tashkent 1931, 75–81 (R. a. E. **19**, 1931, 729).

Reiff, M.: Physiologische Merkmale bei Spinnmilben *(Acari, Tetranychidae)* nach Veränderung des Blattstoffwechsels. Verh. Schweiz. naturf. Ges. 1949, 165–166.

Reitter, E.: Fauna Germanica. Die Käfer des Deutschen Reiches. Stuttgart, Band II (1909) und Band III (1911).

Roesler, R.: Rote Spinne und Witterung. Z. angew. Ent. **35**, 1953, 197–200.

Solomon, M. E.*: Insect population balance and chemical control of pests. Pest outbreaks induced by spraying. Chem. and Ind. 1953, 1143–1147. (Deutsche Übersetzung in Z. angew. Ent. **37**, 1955 110–121.)

Sepasgosarian, H.: Morphologie und Biologie der Gelben Apfelspinnmilbe *Eotetranychus pomi* n. sp. *(Acar., Tetranychidae).* Diss. Landw. Hochsch. Stuttgart-Hohenheim, 1956.

Smirnoff, W.*: *Chrysopa vulgaris* Schneider prédateur important de *Parlatoria blanchardi* Targ. dans les palmeraies de l'Afrique du Nord *(Planip., Chrysopidae).* Bull. Soc. ent. Fr. **58**, 1953, 146–152 (R. a. E. **42**, 1954, 117).

Speyer, E. R.*: A predator upon the Red Spider Mite. Rep. exp. Res. Sta. Cheshunt, 1937, 63 (nach Collyer, E.: III. Further Predators of the Mite. J. hort. Sci. **28**, 1953 [b], 98–113).

Speyer, W.: Wanzen *(Heteroptera)* an Obstbäumen. Z. Pflanzenkrankh. **43**, 1933, 113–138.

Steer, W.*: Note on *Anthocoris nemorum* L. *(Hem., Anthocoridae).* Ent. Mo. Mag. London, **65**, 1929, 103–104 (R. a. E. **17**, 1929, 571).

Unterstenhöfer, G.: Über Wirkungsbreite, Zeitpunkt und Umfang der Anwendung von Akariziden im Obstbau. Ges. Pflanzen **7**, 1955, 102–108.

Vitzthum, Graf, H.: Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreiches. 5. Band, IV. Abt., 5. Buch, Acarina 1. Lief. 1943, 1011 pp.

Wagner, E.: Die Tierwelt Deutschlands. 41. Teil: Blindwanzen oder Miriden. Jena 1952, 1–218.
Zacher, F.: Zur Kenntnis der Gattung *Tetranychus* und ihrer Feinde. Ber. Tätigk. Biol. Reichsanst. Berlin, 7. Jahresber. 1912, 30–31.
— Untersuchungen über Spinnmilben. Ebenda 16. Jahresber. 1921, 91–100.
— Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Band IV, 1949, 5. Aufl. 1. Teil, 1. Lief., 146.

*Aus der Landes-Lehr- und Forschungsanstalt für Wein- und Gartenbau, Neustadt / Weinstraße*

# Untersuchungen über den Einfluß neuzeitlicher Insektizide und Fungizide auf die Blutlauszehrwespe *(Aphelinus mali Hald.)*[1]

Von Heinz Schneider

## I. Einleitung und Problemstellung

Seitdem die Blutlauszehrwespe *(Aphelinus mali* Hald.) zur Bekämpfung der Blutlaus *(Eriosoma lanigerum* Hausm.) in fast allen Apfelanbaugebieten eingebürgert und in ihrer Entfaltung bewußt gefördert worden ist, hat die Frage nach der Empfindlichkeit dieses Nützlings gegenüber den im Obstbau gebräuchlichen Pflanzenschutzmitteln in ständig steigendem Maße an Interesse gewonnen und ist bereits mehrfach Gegenstand von Untersuchungen gewesen.

Die ersten Arbeiten befassen sich dem damaligen Stand der Pflanzenschutztechnik entsprechend vorwiegend mit anorganischen Präparaten wie etwa Schwefelkalk und Bleiarsen, aber auch mit Nikotin und mit den in den Jahren zwischen dem ersten und zweiten Weltkrieg weitgehend als Winterspritzmittel benutzten Karbolineen (Teeröldestillaten) und Mineralölen. Jarvis (1921), Gurney u. Le Gay Brereton (1926), Greenslade u. Massee (1934), Speyer (1935) u. Noble (1935) stellten fest, daß der Bestand von *Aphelinus mali* durch Spritzungen mit Bleiarsen, Schwefelkalk, Nikotinsulfat, Teerdestillaten oder Weißöl nicht gefährdet wird. Diesen positiven Befunden stehen aber auch Berichte gegenüber, nach denen sich sowohl Winterspritzmittel als auch im Sommer eingesetzte Präparate wie Schwefelkalk und Nikotin sehr nachteilig auf die Zehrwespe auszuwirken vermögen (Tillyard 1923, Bodo 1934, Jancke 1935, Sachtleben u. Thiem 1937, Whittaker 1939, Rahman u. Abdul Wahid Khan 1941, Pussard 1947, Borg 1952 und Russ 1956). Bemerkenswert erscheinen noch die Versuchsergebnisse von Dumbleton u. Jeffreys (1938), wonach Winterspritzungen gegen *E. lanigerum* im Endeffekt wirksamer als Sommerspritzungen sind, weil die durch den Körper des toten Wirtes geschützten Entwicklungsstadien von *A. mali* im Winter überwiegen und kaum geschädigt werden, während bei einer Sommerbekämpfung der Aphide die reichlich vorhandenen jüngeren Parasitenstadien zusammen mit ihren noch lebenden Wirten abgetötet werden.

Seit dem Einsatz moderner Insektizide auf organisch-synthetischer Grundlage ist vor allem auf die Gefährlichkeit des DDT für den Bestand des Blutlausparasiten hingewiesen worden (Wason 1946, Newcomer, Dean u. Carlson 1946, Pussard 1947, Yothers 1947, Lawrey 1949, Schneider, F. 1949 u. 1954, Franz 1951, Taylor 1952, Borg 1952, Newcomer u. Dean 1953, Yothers 1953 u. a. m.). Der Mehrzahl dieser Berichte zufolge erliegt wohl der Parasit, nicht aber die Blutlaus dem Bekämpfungsmittel, so daß es bei fortgesetztem DDT-Einsatz zu Massenvermehrungen des Schädlings kommt. Darüber hinaus sind Schädigungen der Zehrwespenpopulation auch durch Parathion- und HCH-Spritzungen und schließlich allgemein bei Verwendung chlorierter Kohlenwasserstoffe beobachtet worden (Massee 1951 u. 52, Garman 1954). Anderen Feststellungen zufolge ist wiederum nach

[1] Die Untersuchungen wurden mit Unterstützung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten durchgeführt; ihm sei an dieser Stelle für finanzielle Hilfe gedankt. Außerdem gebührt mein besonderer Dank Herrn Direktor Dr. H. Ehrenhardt für die Anregung zu der vorliegenden Arbeit und für wertvolle Ratschläge bei der Durchführung der Versuche.

dem Einsatz organisch-synthetischer Insektizide kein merklicher Einfluß auf *A. mali* beobachtet bzw. keine Zunahme des Befalls durch *E. lanigerum* bewirkt worden (Kemp 1947, May u. Fisher-Webster 1948, Jenkins, Forte u. Ryan 1950 und Wason u. Lloyd 1948). Die beiden letztgenannten Autoren vertreten die Ansicht, daß sich die überlebenden Zehrwespen hinreichend vermehren können, um eine wirksame Blutlausbekämpfung zu gewährleisten, wenn DDT-Spritzungen auf einen frühen Abschnitt der Vegetationsperiode beschränkt bleiben. Zu unterschiedlichen Ergebnissen kommen einige Autoren sogar bei ihren eigenen Erhebungen; so stellt May (1949) zwar eine Hemmung durch DDT fest, jedoch zeigt die Zunahme der Blutlaus keine Korrelation zu der Zahl der DDT-Behandlungen. Taylor (1952) hat zwar ebenfalls starke Schädigung des Parasiten und erhebliches Ansteigen des Blutlausbefalls nach Einsatz von HCH, DDT und DDD beobachtet, jedoch wird hervorgehoben, daß in vielen Erwerbsanlagen trotz mehrmaliger Anwendung von DDT nahezu 100 % der vorhandenen Blutläuse im Spätherbst parasitiert waren.

Die vorstehende Literaturübersicht läßt erkennen, daß viele Befunde über den Einfluß von Pflanzenschutzmaßnahmen auf *A. mali* und über die dadurch bedingten Veränderungen in den Beziehungen zwischen Wirt und Parasit mehr oder weniger stark voneinander abweichen und sich z. T. sogar widersprechen. Die Ursachen für derartige Widersprüche aufzudecken, dürfte schwerfallen. U. a. wären Unterschiede in der qualitativen und quantitativen Zusammensetzung der von den einzelnen Versuchsanstellern benutzten Präparate, abweichende Spritzkonzentrationen, verschiedener Zeitpunkt für die Anwendung der Mittel sowie verschieden starke Einwirkung ökologischer Faktoren (wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit u. Niederschläge) während der Versuchszeit in Betracht zu ziehen. Ferner darf nicht übersehen werden, daß die direkte Wirkung der Insektizide auf die Zehrwespe durch Zuflug und Neubesiedlung aus benachbarten Lebensräumen verschleiert werden kann. Außerdem ist zu bedenken, daß *A. mali* in seiner Entwicklung ausschließlich auf die Blutlaus angewiesen ist und daß die Vernichtung der Aphide daher auch ihrem Parasiten die Lebensmöglichkeit nehmen muß (Ehrenhardt 1940). Bekämpfungsmaßnahmen, die z. B. die Blutlaus, nicht aber die Entwicklungsstadien der Zehrwespe in der bereits toten Laus abtöten, können dann eine vollkommene Vernichtung der *Chalcidide* vortäuschen, weil die Vermehrung der später schlüpfenden Imagines aus Mangel an Wirtstieren weitgehend eingeengt wird. Das kann dann wiederum eine verstärkte Vermehrung der Blutlaus zur Folge haben. Wenn solche Wechselbeziehungen, die sich unter dem Einfluß von Bekämpfungsmitteln zwischen Wirt und Parasit abspielen können, nicht berücksichtigt werden, kann aus dem wieder zunehmenden Blutlausbefall auf eine direkte Vernichtung des Parasiten durch Pflanzenschutzmaßnahmen geschlossen werden. Zieht man nun noch in Betracht, daß ein Teil der in der Literatur zitierten Ergebnisse im Zusammenhang mit Bekämpfungsmaßnahmen in der Praxis, also gewissermaßen als Nebenbeobachtungen gewonnen worden sind, so erscheint es verständlich, warum die Resultate verschiedener Autoren so differieren.

Derartige Feststellungen und Erwägungen gaben daher Veranlassung, das Verhältnis zwischen *E. lanigerum* und seinem Parasiten unter dem Einfluß neuzeitlicher Schädlingsbekämpfungsmaßnahmen erneut einer eingehenden Prüfung zu unterziehen.

## II. Material und Methode

Im Hinblick auf die Belange der Praxis sollte bei diesen Untersuchungen den Freilandversuchen der Vorzug vor Experimenten im Laboratorium einge-

räumt werden. Es zeigte sich aber schon bald, daß zu ihrer richtigen Beurteilung eingehende Untersuchungen unter Laboratoriumsbedingungen notwendig waren. Im Freiland enthalten z. B. die schwarzen Blutlausmumien regelmäßig neben gesunden auch tote Parasiten. Ihre Zahl kann schon auf engstem Raum beträchtlich schwanken, so daß bei Spritzversuchen im Freiland oft keine eindeutige Beurteilung der natürlichen Mortalität in den mitgeführten Kontrollen möglich ist. Ferner lag es nahe anzunehmen, daß einzelne Präparate den Parasiten nicht schädigen, solange er noch durch den Körper seines toten Wirtes geschützt ist. Eine unterschiedliche Empfindlichkeit der einzelnen Entwicklungsstadien läßt sich aber unter Freilandverhältnissen wegen der starken Überschneidung der einzelnen Generationen kaum erfassen. Auch Klimaeinflüsse können die Versuche im Freiland stören, wie es z. B. im extrem kalten Winter 1955/56 der Fall war. Damals wurden im Versuchsgebiet die oberirdischen Blutlauskolonien nahezu restlos abgetötet. Die Wiederbesiedlung des Kronenbezirkes der Apfelbäume durch Nachkommen von Blutläusen, die am Wurzelhals geschützt die Kälte überlebten, ging nur sehr langsam vonstatten, so daß sich erst im Laufe des folgenden Sommers wieder stärkere Blutlauskolonien entwickeln konnten. Aus Mangel an Wirtstieren fand deshalb die im Frühjahr schlüpfende erste Zehrwespengeneration nur beschränkte Fortpflanzungsmöglichkeiten. Die Folge war, daß während der Vegetationsperiode 1956 nur vereinzelt Entwicklungsstadien von *A. mali* zu finden waren. Freilanduntersuchungen über den Einfluß von Sommerspritzmitteln auf den Parasiten und seinen Wirt konnten daher erst im folgenden Jahr in Angriff genommen werden.

Zur Zucht von Zehrwespen wurden zunächst getopfte Unterlagen (EM 9) und einjährige Veredelungen von Goldparmäne mit Blutläusen infiziert. Die Parasitierung durch *A. mali* erfolgte je nach dem Versuchsziel entweder im Freiland oder in einem thermokonstanten Raum bei einer Temperatur von 25° C und 75 % rel. Luftfeuchtigkeit. Unter den zuletzt genannten Bedingungen dauerte die Entwicklung vom Ei bis zur fertigen Wespe 11–17 Tage. Weder die Apfelbäume noch die Aphiden zeigten innerhalb der zur Zucht einer Wespengeneration erforderlichen Zeitspanne erkennbare Rückgangserscheinungen. Anfangs wurden die mit Blutlauskolonien besetzten Bäumchen in Zuchtkäfige gestellt, die dann mit den Parasiten beschickt wurden. Dieses Verfahren erwies sich jedoch im thermokonstanten Raum als ungeeignet. Da die Wespen positiv phototaktisch reagieren, verließen viele von ihnen die Blutlauskolonien und sammelten sich an der dem Lichte zugekehrten Käfigwand an, so daß nur wenige Infektionen zustande kamen. Wesentlich höhere Parasitierungsquoten waren zu erzielen, wenn man über die mit Blutlauskolonien besetzten Zweigpartien Glasröhrchen schob, die man nach dem Einsetzen der Wespen mit Watte verschloß.

Für die Untersuchungen wurden in erster Linie solche Mittel ausgewählt, die bei uns heute vorwiegend im Erwerbsobstbau gegen Krankheiten und Schädlinge Anwendung finden. Da es aber im Rahmen einer zeitlich begrenzten Arbeit nicht möglich ist, alle auf dem Markt vorhandenen Präparate in die Untersuchungen einzubeziehen, wurde ihre Zahl zunächst auf je einen typischen Vertreter aus den wichtigsten Wirkstoffgruppen beschränkt. Zur Anwendung gelangten Winter- und Sommerspritzmittel; untersucht wurde ihre Wirkung auf die Entwicklungsstadien und Imagines des Parasiten.

Die Versuche über den Einfluß von Pflanzenschutzmitteln auf die im Körper des toten Wirtes lebenden Entwicklungsstadien von *A. mali* wurden im Laboratorium und unter Freilandbedingungen vorgenommen.

Bei Laboratoriumsversuchen kamen Spritzflaschen, im Freiland eine Motorspritze zur Anwendung. Außerdem wurden im Laboratorium Zweige mit parasitierten Blutlauskolonien 2 und 10 sek lang in den Spritzbrühen getaucht. Nach dem Abtrocknen der Brühe

wurden alle Blutläuse, denen äußerlich eine Parasitierung nicht anzusehen war, entfernt, so daß nur die toten, mit älteren Entwicklungsstadien des Schmarotzers besetzten Tiere an den Zweigen zurückblieben. Diese wurden in Glasröhren bis zum Schlüpfen der Parasiten aufbewahrt. Zum Auffangen der schlüpfenden Imagines waren die Glasröhren beiderseits mit luftdurchlässiger Gaze abgeschlossen. Diese Durchlüftung erwies sich als unbedingt notwendig, da in völlig geschlossenen Gefäßen vielfach unkontrollierbare letale Nachwirkungen durch die verdampften Präparate auftraten. Die geschlüpften Imagines wurden täglich in frische Glasröhrchen umgesetzt und drei Tage lang bei Honignahrung auf etwa auftretende Nachwirkungen – bedingt durch den Kontakt mit den Insektiziden während des Schlüpfens – beobachtet. Der Vergleich mit den in jeder Versuchsreihe mitlaufenden Kontrollen gab Gewißheit darüber, ob sich nach Ablauf der Beobachtungszeit alle noch lebenden Jugendformen der Zehrwespe zu Imagines entwickelt hatten und geschlüpft waren. Parasitierte tote Blutläuse, aus denen keine Wespen schlüpften, wurden geöffnet und das Entwicklungsstadium des darin enthaltenen toten Parasiten bestimmt.

Die Wirkung der Insektizide und Fungizide auf die freilebenden Imagines der Zehrwespe prüfte ich zunächst in Zeitmortalitätstests. Die Versuchstiere wurden bei einer Temperatur von 20° C in Teströhrchen (10 × 2 cm ∅) dem Einfluß des gespritzten Substrats ausgesetzt, das aus 5 × 1 cm großen Blattstücken behandelter Apfelbäumchen bestand. Als Maß für die Wirksamkeit der Präparate wählte ich die im Probitverfahren graphisch ermittelten Lt-50- und Lt-90-Werte. Dieselben Versuche wurden zur gleichen Zeit auch mit *Drosophila melanogaster* Mg. als Vergleichsobjekt durchgeführt.

Da die Schädlichkeit eines Sommerspritzmittels für den Nützling weitgehend von seiner Dauerwirkung abhängt, mußte auch die Wirkungsabnahme der Spritzbeläge untersucht werden. In gewissen Zeitabständen wurden daher Blätter von den behandelten Apfelbäumchen entnommen und dem oben geschilderten Prüfverfahren unterworfen. Die so gewonnenen Ergebnisse bildeten die Grundlage für weitere Untersuchungen im Freiland.

## III. Der Einfluß von Winterspritzmitteln auf die Entwicklungsstadien von *Aphelinus mali*

*Aphelinus mali* überdauert die kalte Jahreszeit in der Blutlaus. Dabei ist es denkbar, daß zu dieser Zeit alle Entwicklungsstadien des Parasiten anzutreffen sind: Eier und Junglarven in den noch lebenden Blutläusen einerseits und erwachsene Larven, Puppen und schlüpfreife Imagines in den bereits abgestorbenen und schwarz verfärbten Wirtstieren andererseits. Da die Wintersterblichkeit der Blutlaus mit dem Alter der Läuse zunimmt und nur ältere Entwicklungsstadien von der Wespe angestochen werden (Ehrenhardt 1940), ist die Aussicht für eine Überwinterung von Zehrwespenstadien in der lebenden Laus relativ gering. Zur Überwinterung sind daher vor allem diejenigen Parasiten geeignet, die ihren Wirt bereits abgetötet haben, also nicht mehr von seiner Körpersubstanz zehren.

Das wird von mehreren Autoren bestätigt, die übereinstimmend das letzte Larvenstadium der Zehrwespe als die bevorzugteste Überwinterungsform bezeichnen (Lundie 1924, Ehrenhardt 1940 u. a. m.), während Puppen und noch nicht geschlüpfte Imagines in weit geringerer Zahl den Winter überdauern sollen (Dumbleton u. Jeffreys 1938, Borg 1952). Eine Erklärung für das Überwiegen der letzten Larvenstadien geben Meier u. Telenga (1933) und Romanova (1935). Nach den beiden erstgenannten Autoren verharrten auf der Krim und im Nordkaukasus die Larven von *A. mali* nach einem im September einsetzenden Temperaturrückgang in einer Art Überwinterungsstadium, während sich die Puppen bei später wieder einsetzendem wärmerem Wetter noch zu Imagines entwickeln konnten. Romanova hat darüber hinaus festgestellt, daß die Larven von *A. mali* in Diapause gehen, wenn die Temperatur auf 10°–8° C absinkt. Diese durch Temperaturreize ausgelöste Winterruhe ist dafür verantwortlich, daß aus dem Freiland entnommenes Tiermaterial im Winter längere Entwicklungszeiten benötigt als im Sommer (Kovačević 1937).

Aus der unterschiedlichen Eignung der einzelnen Stadien des Parasiten zur Überwinterung ergibt sich eine weitere Folgerung: Bekanntlich können einzelne Entwicklungsstadien eines Insekts ganz verschieden auf schädliche Einflüsse – u. a. auch auf toxische Substanzen – reagieren. Daß solche Unterschiede besonders bei denjenigen Insekten zu erwarten sind, die ein Diapausestadium haben, liegt nahe. Es erschien daher notwendig, die Überwinterungsweise von *A. mali* im Versuchsgebiet zu klären und die spezifische Giftempfindlichkeit der überwinternden Zehrwespenstadien zu untersuchen. Darauf soll im folgenden zunächst eingegangen werden.

### a. Versuche und Beobachtungen zur Überwinterung von *Aphelinus mali*

Von September 1955 ab wurden in regelmäßigen Zeitabständen Zweige mit parasitierten, bereits abgestorbenen Blutläusen aus dem Freiland eingesammelt und im Laboratorium bei 25° C bis zum Schlüpfen der Wespen gehalten. Zum Vergleich setzte ich Parasitenmaterial, das im Laboratorium bei konstanter Temperatur gezüchtet worden war, denselben Bedingungen aus. Drei solche Schlüpfserien sind in Abb. 1 als einfache Frequenzpolygone dargestellt. Sie zeigen, daß die Wespen aus Blutlausmumien, die Ende September aus dem Freiland entnommen wurden, noch wie in den Zuchten ohne wesentliche Streuung innerhalb 18 Tagen schlüpften, während sich Proben, die Ende Oktober eingetragen wurden, ganz anders verhielten. Das Schlüpfen der Imagines zog sich hier meist über 100 Tage hin. Nur noch etwa 40 % der Tiere erschienen spontan im gleichen Zeitraum wie Zucht- oder Sommermaterial; darauf trat eine Pause von mehreren Wochen ein, ehe die restlichen Wespen zu schlüpfen begannen. Diese zweite Welle erreichte innerhalb von 10–15 Tagen ihr Maximum und ebbte dann langsam ab. Offensichtlich hatten sich die später erscheinenden Imagines in Diapause befunden, aus der sie selbst unter dem Einfluß günstiger Entwicklungsbedingungen erst nach Ablauf einer längeren Frist nach und nach wieder in ein aktives Stadium übergingen. Diese Diapauseerscheinungen waren während der Wintermonate regelmäßig zu be-

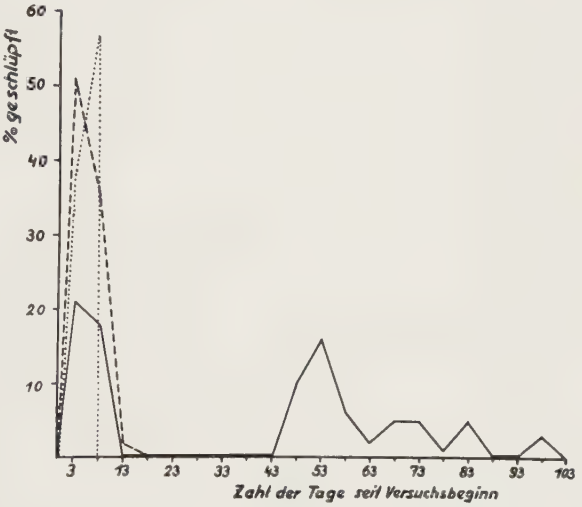



*Abb. 1.* Schlüpfverlauf der Imagines von *A. mali* nach Entwicklung aus aktiven und in Diapause befindlichen Jugendstadien
. . . . . = Blutlausmumien durch Zucht im Laboratorium gewonnen
– – – – – = Blutlausmumien im September vor Eintritt der Diapause aus dem Freiland entnommen
——— = Blutlausmumien im Oktober nach Eintritt der Diapause aus dem Freiland entnommen

obachten; jedoch war die Verzögerung des Entwicklungsablaufes um so kürzer, je länger das Tiermaterial vor dem Treiben winterlichen Klimabedingungen ausgesetzt war.

Zur Ergänzung dieser in Schlüpfversuchen gewonnenen Resultate wurden von September 1955 bis Mai 1956 fortlaufend Blutlausmumien aus dem Freiland entnommen und aufpräpariert, um die Häufigkeitsverbreitung der einzelnen Entwicklungsstadien sowie deren Mortalitätsanteil unter dem Einfluß der Winterkälte festzustellen. Aus den in Tab. 1 dargestellten Be-

*Tabelle 1*

**Verteilung der Entwicklungsstadien von *Aphelinus mali* während der kalten Jahreszeit in jeweils 20 Blutlausmumien**

Die Blutlausmumien wurden zu den angegebenen Zeiten aus dem Freiland entnommen und sofort untersucht

| Datum | Anteil der lebenden und toten Individuen in den einzelnen Entwicklungsstadien | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | letztes Larvenstadium % | | Puppen % | | schlüpfbereite Imagines % | | Summe % | |
| | lebend | tot | lebend | tot | lebend | tot | lebend | tot |
| 20. 9. 55 | 40 | 5 | 30 | 5 | 10 | 10 | 80 | 20 |
| 30. 9. 55 | 45 | 0 | 40 | 5 | 5 | 5 | 90 | 10 |
| 20. 10. 55 | 55 | 5 | 30 | 0 | 5 | 5 | 90 | 10 |
| 30. 10. 55 | 65 | 0 | 10 | 10 | 10 | 0 | 90 | 10 |
| 3. 11. 55 | 30 | 5 | 30 | 10 | 20 | 5 | 80 | 20 |
| 3. 11. 55 | 70 | 0 | 10 | 5 | 15 | 0 | 95 | 5 |
| 16. 12. 55 | 60 | 0 | 15 | 0 | 25 | 0 | 100 | 0 |
| 11. 1. 56 | 55 | 5 | 15 | 0 | 15 | 10 | 85 | 15 |
| 15. 1. 56 | 60 | 0 | 25 | 5 | 10 | 0 | 95 | 5 |
| 24. 1. 56 | 65 | 0 | 20 | 5 | 5 | 5 | 90 | 10 |
| 9. 2. 56 | 70 | 0 | 0 | 5 | 0 | 25 | 70 | 30 |
| 9. 2. 56 | 70 | 5 | 0 | 10 | 0 | 15 | 70 | 30 |
| 10. 3. 56 | 50 | 0 | 5 | 10 | 0 | 35 | 55 | 45 |
| 10. 3. 56 | 75 | 0 | 0 | 5 | 0 | 20 | 75 | 25 |
| 10. 3. 56 | 55 | 10 | 5 | 10 | 0 | 20 | 60 | 40 |
| 11. 4. 56 | 55 | 15 | 10 | 15 | 0 | 5 | 65 | 35 |
| 20. 4. 56 | 30 | 10 | 50 | 5 | 0 | 5 | 80 | 20 |
| 9. 5. 56 | 0 | 5 | 60 | 10 | 5 | 20 | 65 | 35 |

funden läßt sich zunächst entnehmen, daß bei Einbruch der kalten Jahreszeit in den Blutlausmumien neben toten Larven, Puppen und Imagines regelmäßig ca. 60–70 % erwachsene Larven und 25–40 % lebende Puppen und schlüpfbereite Imagines vorhanden waren. Ein Vergleich dieser Zahlen mit dem Anteil der spontan und verzögert erscheinenden Wespen in den oben beschriebenen Schlüpfversuchen (Abb. 1) ließ erkennen, daß es sich bei den erwachsenen Larven um die Latenzstadien handelt, während Puppen und Imagines unter günstigen Temperaturbedingungen unverzüglich ihre Aktivität wiedererlangen und die Entwicklung vollenden.

Lebende Puppen und Imagines waren während des Winters regelmäßig in jeder Probe anzutreffen; häufig schlüpften aus den vom Freiland eingetragenen Blutlausmumien schon innerhalb weniger Stunden Imagines von *A. mali*. Die für pfälzische Verhältnisse extreme Winterkälte, die am 31. 1.

1956 einsetzte, brachte eine einschneidende Änderung: Sie tötete nicht nur die oberirdischen Blutlauskolonien nahezu restlos ab (vgl. JANCKE 1929 u. 1935) sondern vernichtete auch alle Blutlausparasiten, die sich nicht in der Diapause befanden. In den von nun an untersuchten Blutlausmumien (Tab. 1 ab 9. 2. 1956) fanden sich keine lebenden *Aphelinus*-Imagines mehr, und nur in zwei Fällen wurden noch einzelne lebende Puppen festgestellt. Die Zahl der Toten unter diesen Entwicklungsstadien war gegenüber den früheren Untersuchungsergebnissen entsprechend angestiegen (vgl. Spalte 5, 7 u. 9 der Tab. 1), während der Anteil lebender und toter letzter Larvenstadien unverändert erschien. Daraus ist zu folgern, daß nur die in Diapause befindlichen erwachsenen Larven des Parasiten tiefe Kältegrade überleben können, während alle anderen Entwicklungsstadien Schaden erleiden. Die Feststellung BORGS, daß *A. mali* leichter als sein Wirt zu überwintern vermag, trifft demzufolge nur für das Diapausestadium des Parasiten zu. Auch die Beobachtungen von SPRENGEL (1930), KIVIT (1936), KOVAČEVIĆ (1937), JANCKE (1941) u. a. gelten nur mit dieser Einschränkung.

Lebende Puppen der Zehrwespe traten in bemerkenswerter Anzahl erst wieder ab 11. 4. 1956 auf. Die betreffenden Blutlausmumien enthielten bei der Untersuchung alle frischen Larvenkot, außerdem hatte etwa die Hälfte der in den Proben vorhandenen erwachsenen Larven ihren Darm entleert. Dies geschieht bekanntlich kurz vor der Verpuppung. Es steht daher fest, daß diese Tiere nicht im Puppenstadium überwintert hatten, sondern erst nach dem Abklingen der Diapause aus Larven hervorgegangen sind.

### b. Unterschiedliche Empfindlichkeit der im toten Wirt überwinternden Entwicklungsstadien von A. mali gegenüber Pflanzenschutzmitteln

Daß *A. mali* in der Diapause nicht nur gegenüber Kälteeinflüssen sondern auch gegen eine Einwirkung von Pflanzenschutzmitteln resistenter als entwicklungsbereite Zehrwespenstadien ist, ließ sich durch folgenden Versuch bestätigen: Ende Oktober 1955, d. h. zu einer Zeit, zu der durch Temperaturrückgang die Diapause bereits ausgelöst war, wurden aus dem Freiland stammende Zweige mit parasitierten toten Blutläusen 10 Sek. lang in praxisüblichen Konzentrationen von Parathion und Metasystox getaucht. Dieselbe Behandlung erfuhr Parasitenmaterial, das bei einer Temperatur von 25° C gezüchtet worden war. Dieses Zuchtmaterial befand sich ebenso wie die Freilandtiere vorwiegend im letzten Larvenstadium, unterlag aber im Gegensatz zum Freilandmaterial keinen Diapauseeinflüssen. Nach dem Tauchen blieben die Proben im Thermostaten solange einer Temperatur von 25° C ausgesetzt, bis in den unbehandelten Kontrollen alle Zehrwespen geschlüpft waren.

Aus den in Abb. 2 dargestellten Ergebnissen läßt sich entnehmen, daß in den Kontrollen die Sterblichkeit bei dem Freilandmaterial unter dem Einfluß aller während der Vegetationsperiode einwirkenden Faktoren deutlich höher als beim Zuchtmaterial lag. Trotzdem war die durch die Mittel bedingte Mortalität in beiden Fällen bei dem Zuchtmaterial eindeutig größer als bei den Freilandtieren.

Die Ursache für die offensichtlich geringere Empfindlichkeit der Freilandtiere ist in einem abweichenden physiologischen Verhalten der in Diapause verharrenden Larven zu suchen. Diese Folgerung wird durch die in

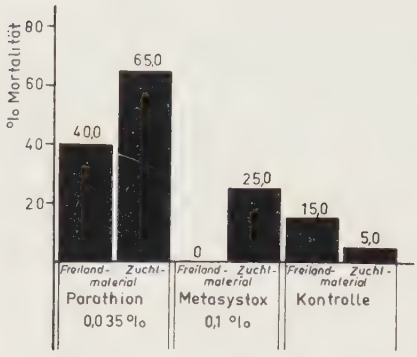



*Abb. 2.* Wirkung von Parathion und Metasystox auf gezüchtete (aktive) und aus dem Freiland entnommene (zur Mehrzahl in Diapause befindliche) Entwicklungsstadien von *A. mali* im toten Wirt
Tauchversuch mit 10 Sek. Expositionszeit

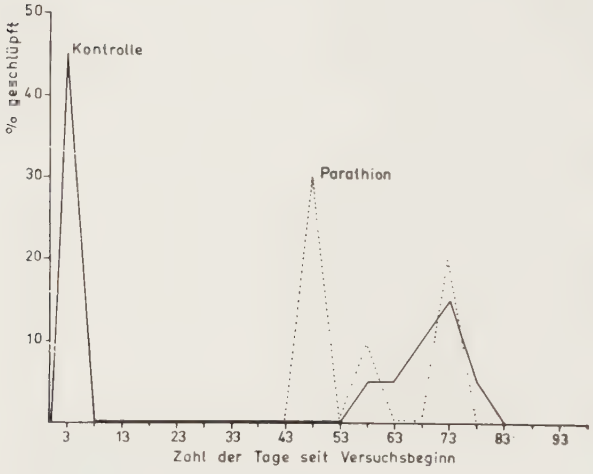



*Abb. 3.* Schlüpfverlauf von Freilandmaterial nach Eintritt der Diapause unter dem Einfluß von Parathion
——— = unbehandelte Kontrolle
..... = mit Parathion behandelte Probe

Abb. 3 dargestellten Ergebnisse eindeutig bestätigt. Hier ist der Schlüpfverlauf des mit Parathion behandelten Freilandmaterials im Vergleich zu der unbehandelten Kontrolle dargestellt. Die Schlüpfkurve für die Kontrolle verläuft wie in Abb. 1 mehrgipfelig und erreicht ihr erstes Maximum kurz nach Versuchsbeginn. Dieser erste Gipfel zeigt das Schlüpfen der nicht in Diapause befindlichen Tiere an, die sich also beim Ansetzen des Versuchs bereits im Puppen- oder Imaginalstadium befanden und daher bei der günstigen Temperatur innerhalb kurzer Zeit ihre Entwicklung vollendeten. In der mit Parathion behandelten Probe dagegen setzte das Schlüpfen der Imagines erst 43 Tage nach Versuchsbeginn ein, d. h. zusammen mit der zweiten Welle in der Kontrolle. Hier fehlt also das erste Schlüpfmaximum. Daraus ist zu entnehmen, daß durch den Einfluß des Parathion die aktiven Stadien der Zehrwespe abgetötet worden sind, während die in Diapause befindlichen erwachsenen Larven am Leben blieben und bei der hohen Zuchttemperatur nach einer Pause von etwa fünf Wochen nach und nach wieder aktiv wurden. Tatsächlich enthielten die übriggebliebenen Blutlausmumien, aus denen keine Wespen geschlüpft waren, fast ausschließlich tote Puppen und Imagines; nur in zwei Fällen wurden tote Larven gefunden.

### c. Die Wirkung von Winterspritzmitteln auf Entwicklungsstadien von *Aphelinus mali*

Da – wie bereits dargelegt – die Aussicht für eine Überwinterung von *A. mali* in der lebenden Blutlaus sehr gering ist, beschränkte ich meine Untersuchungen über den Einfluß von Winterspritzmitteln ausschließlich auf eine Über-

prüfung ihrer Wirkung gegenüber denjenigen Entwicklungsstadien des Parasiten, die während des Winters in den toten Läusen vorhanden sind. Aus der Vielzahl der auf dem Markt befindlichen Präparate wählte ich aus jeder der im Obstbau vorwiegend zum Einsatz gelangenden Wirkstoffgruppen ein Mittel aus (vgl. Abb. 4–6). Nach Möglichkeit wurden Präparate einer einzigen Firma benutzt; nur in zwei Fällen mußte auf Erzeugnisse anderer Hersteller zurückgegriffen werden. Zunächst wurden im Laboratorium Kleinversuche durch Spritzen oder 2 Sek. langes Tauchen von Zweigstücken mit Blutlausmumien vorgenommen. Die behandelten Proben wurden, vor Niederschlägen geschützt, im Freien aufgestellt, so daß die Wintertemperatur voll auf sie einwirken konnte. Zur Vervollständigung dieser Versuche wurde am 5. März 1956 mit denselben Mitteln eine Winterspritzung im Freiland durchgeführt. Die Konzentration der benutzten Brühen entsprach in allen Fällen den in der Praxis gebräuchlichen Aufwandmengen. Das Tiermaterial der Laboratoriumsversuche wurde nach rund 9 Wochen, das des Freilandversuches etwa 4 Wochen nach der Behandlung langsam auf 25° C hochgeführt und dann im Thermostaten bei dieser Temperatur zum Schlüpfen gebracht.

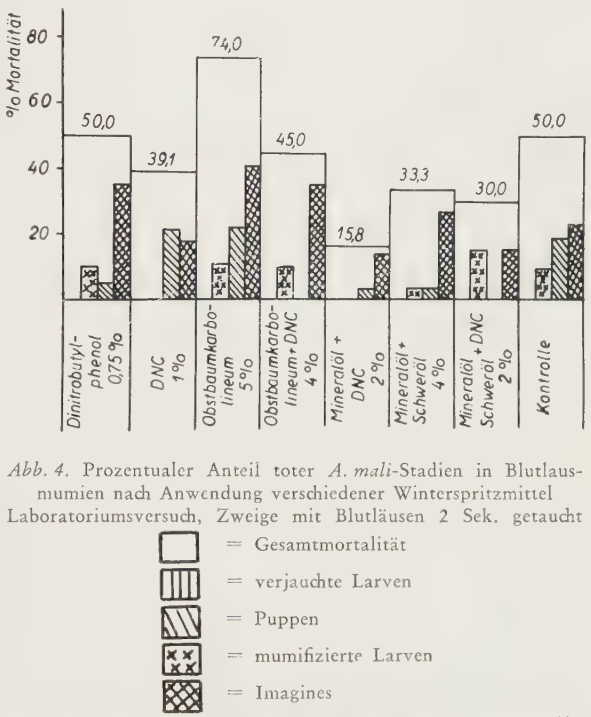



*Abb. 4.* Prozentualer Anteil toter *A. mali*-Stadien in Blutlausmumien nach Anwendung verschiedener Winterspritzmittel Laboratoriumsversuch, Zweige mit Blutläusen 2 Sek. getaucht

= Gesamtmortalität
= verjauchte Larven
= Puppen
= mumifizierte Larven
= Imagines

Da alle diese Versuche trotz verschiedener Anwendungsweise der Mittel gleichartige Befunde lieferten, seien die Ergebnisse nur anhand des Tauchversuchs und der Winterspritzung im Freiland dargestellt (Abb. 4 u. 5). Zunächst ist zu ersehen, daß die Gesamtmortalität schon in den Kontrollen mit 50 bzw. 36% sehr hoch liegt und in der Mehrzahl der behandelten Proben nicht oder nicht wesentlich überschritten wird. Die Präparation der Blutlausmumien, aus denen nach Ablauf der Beobachtungszeit keine Wespen geschlüpft waren, ergab, daß in allen Testserien die Gesamtmortalität hauptsächlich durch den zufallsmäßig vorhandenen Prozentsatz toter Imagines (doppelt schraffiert) und toter Puppen (einfach schräg schraffiert) und seltener durch tote *Aphelinus*-Larven bestimmt wurde. Bei diesen letzteren lassen sich die in den Abb. 4 u. 5 unter „mumifizierte" Larven (Kreuze) aufgeführten Mortalitätswerte nicht ohne weiteres auf den Einfluß der Präparate zurückzuführen, da hier möglicherweise eine Krankheit in Erwägung gezogen werden kann; nur der Tod „verjauchter" Larven (senkrecht schraffiert; nur in Abb. 5 vorhanden) ist allenfalls der Mittelwirkung zuzuschrei-

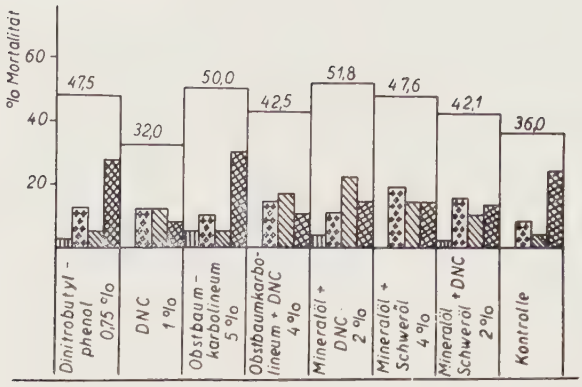



*Abb. 5.* Prozentualer Anteil toter *A. mali*-Stadien in Blutlausmumien nach Anwendung verschiedener Winterspritzmittel Winterspritzung im Freiland. Zeichenerklärung siehe Abb. 4

ben. Da sie aber nur in sehr geringer Zahl gefunden wurden und bei der in Abb. 4 dargestellten Versuchsserie ganz fehlten, darf gefolgert werden, daß die in Diapause befindlichen erwachsenen Larven von *A. mali* durch eine Winterspritzung nicht ernstlich gefährdet werden.

Aus diesen Versuchsanstellungen ließ sich nicht entnehmen, ob die Abtötung der Puppen und Imagines auf die Wirkung der Mittel oder auf die Kälte zurückzuführen ist; denn wie bereits dargelegt wurde, ist *A. mali* in diesen Stadien gegen beide Einflüsse empfindlich. Um festzustellen, inwieweit die älteren, entwicklungsbereiten Stadien des Parasiten durch Winterspritzmittel tatsächlich beeinflußt werden könnten, wurden daher die Versuche wie folgt abgewandelt: Nach künstlicher Infektion durch *A. mali* blieben parasitierte Blutläuse 10 Tage lang einer Temperatur von 25° C ausgesetzt. Unter diesen Bedingungen stirbt das Wirtstier bereits nach rund einer Woche ab, und am 10. Tage befindet sich die Mehrzahl der Parasiten dann im fortgeschrittenen Puppenstadium. Zu diesem Zeitpunkt wurden Zweige mit den daran haftenden Blutlausmumien 2 Sek. lang in die Spritzbrühen getaucht und anschließend im Freiland bis zum Schlüpfen der überlebenden Versuchstiere aufgestellt. Wie Abb. 6 erkennen läßt, verursachte Obstbaumkarbolineum unter diesen Entwicklungsstadien, die keinen Diapauseeinflüssen unterlagen, 100% Mortalität, dann folgten mit abnehmender Wirkung Obstbaumkarbolineum + Dinitrokresol, Mineralöl + Dinitrokresol, Mineralöl + Schweröl + Dinitrokresol und Mineralöl + Schweröl. Die geringste Sterblichkeit ist übereinstimmend mit Russ (1956) bei Dinitrobutylphenol beobachtet worden; Dinitrokresol wirkte überhaupt nicht.

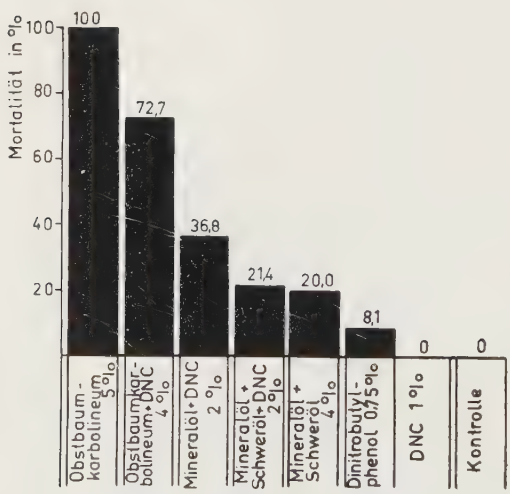



*Abb. 6.* Einfluß von Winterspritzmitteln auf aktive Entwicklungsstadien von *A. mali* Blutlausmumien am Zweig 2 Sek. lang getaucht

Aus allen Versuchsergebnissen läßt sich zusammenfassend folgern, daß die untersuchten Winterspritzmittel von den im toten Wirt überwinternden Parasiten nur die älteren, aktiven Stadien (Puppen und schlüpfreife Imagines abtöten, die ohnehin durch strenge Winterkälte gefährdet sind. Eine deutlich schädigende Wirkung auf die in Diapause befindlichen Larven der Zehrwespe war dagegen nicht eindeutig nachweisbar. Da diese eigentliche Überwinterungsform des Parasiten zahlenmäßig den größten Anteil überwinternder Zehrwespenstadien ausmacht, dürfte selbst eine Behandlung mit dem am stärksten wirkenden Obstbaumkarbolineum den Bestand von *A. mali* nicht ernstlich gefährden.

## IV. Der Einfluß von Sommerspritzmitteln auf *Aphelinus mali*

Da *Aphelinus mali* bis zum Schlüpfen der Imagines im Körper der Blutlaus lebt, ist die Entwicklung des Parasiten äußerlich nur an der damit verbundenen Veränderung des Wirtes zu erkennen. Nach diesen äußeren Merkmalen kann der Entwicklungsablauf der Zehrwespe, grob gesehen, in drei Phasen eingeteilt werden:

1. Entwicklung von der Eiablage in den Wirt bis zu dessen Tod (= Embryonalentwicklung und erste Larvenzeit).
2. Entwicklung in der schwarz verfärbten toten Blutlaus (= erwachsene Larve, Puppe und schlüpfreife Imago).
3. Durchbrechen der Blutlaushülle durch die Imago (= leere Blutlausmumien).

Daß beim Einsatz von Pflanzenschutzmitteln im Obstbau nachteilige Einflüsse der Präparate auf den Parasiten in enger Beziehung zu dieser an sich grob schematischen Unterteilung stehen können, geht aus folgender Überlegung hervor:

Solange die Entwicklung von *A. mali* an die lebende Laus gebunden ist, werden alle Bekämpfungsmaßnahmen, die zur Abtötung der Blutlaus führen, auch die Abtötung des Parasiten in ihr zur Folge haben. Im Grunde wäre es an sich belanglos, ob der Parasit dabei überlebt oder nicht, denn bei der Verwirklichung des praktischen Zieles – der Vernichtung des Schädlings – wäre die Frage nach dem weiteren Schicksal eines Parasiten, der wie *Aphelinus mali* ausschließlich auf den einen Wirt angewiesen ist, eindeutig zu beantworten. Er müßte nämlich aus Mangel an Wirtstieren zugrunde gehen oder zumindest in seinem Massenbestand erheblich dezimiert werden. Auf die weiteren Folgerungen, die sich im einzelnen aus einer derartigen Reduzierung von Wirt und Parasit im Hinblick auf das Wiederanwachsen einer Blutlauskalamität ergeben können, soll hier nicht eingegangen werden. Von Bedeutung könnte jedoch die Frage nach dem Schicksal der jungen Entwicklungsstadien in der lebenden Blutlaus aus einer anderen Überlegung sein: Es muß nicht von vornherein angenommen werden, daß gesunde und parasitierte Blutläuse gegen die auf sie einwirkenden Bekämpfungspräparate in gleicher Weise reagieren. Z. B. wäre es durchaus denkbar, daß die parasitierten Läuse empfindlicher gegenüber letal wirkenden Faktoren sind als normale Tiere. Daraus würde folgen, daß gewisse Gifte, die für die gesunde Laus als subletal anzusehen sind, auf parasitierte Tiere durchaus letal wirken können. In diesem Falle könnte sogar eine positive Auslese im Sinne der Förderung der Blutlauskalamität stattfinden.

Da die vorliegenden Untersuchungen erst im Spätsommer 1955 begonnen werden konnten und infolge des extrem kalten Winters in den Frühjahrs- und Sommermonaten des vergangenen Jahres weder Blutläuse noch Zehrwespen in der für die Klärung dieser Frage erforderlichen Menge zur Verfügung standen, mußte die Bearbeitung dieses Problems auf einen späteren Zeitpunkt zurückgestellt werden.

Im folgenden soll nur die Wirkung von Sommerspritzmitteln auf die in der toten Blutlaus vorhandenen Entwicklungsstufen sowie auf die schlüpfenden und freilebenden Imagines des Parasiten untersucht werden.

### 1. Die Wirkung von Sommerspritzmitteln auf die Entwicklungsstadien von *Aphelinus mali* im toten Wirt

#### *a. Insektizide*

Für diese Versuche wurden die Wirkstoffgruppen DDT (50%ige Suspension), Lindan (23%ige Emulsion), Parathion (E 605 forte), Metasystox, Toxaphen und Bleiarsenat eingesetzt. Die Befunde aus einer Spritzung mit praxisüblichen Brühekonzentrationen gehen aus Abb. 7 hervor. Wie aus den dargestellten Mortalitätswerten ersichtlich ist, stieg dabei in keinem Falle die Mortalität über die natürliche Sterblichkeit in der Kontrolle. Es darf daher gefolgert werden, daß die genannten Mittel bei praxisüblicher Anwendung keine Wirkung auf die geschützt in der toten Blutlaus lebenden Entwicklungsstadien von *A. mali* ausüben.

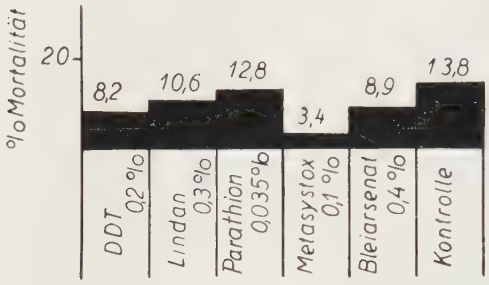



*Abb. 7.* Wirkung verschiedener Insektizidgruppen auf Entwicklungsstadien von *A. mali* im toten Wirt Spritzversuch an Freilandmaterial bei praxisüblichen Brühekonzentrationen

Um etwaige Unterschiede in der Toxizität der Präparate zu erkennen, mußte die Versuchsmethode über die normale Anwendungsweise in der Praxis hinaus verschärft werden. Das geschah durch Tauchen in normalen und 5fach überhöhten Brühekonzentrationen bei verschiedenen Expositionszeiten. Erhebliche toxische Effekte traten erst bei praxisüblichen Konzentrationen der Mittel und 10 Sek. Tauchdauer auf. Die weiteren Untersuchungen wurden daher unter diesen Bedingungen vorgenommen. Für die Bewertung der spezifischen Wirkung der einzelnen Mittel war es von Bedeutung festzustellen, wie sich die Gesamtmortalität aus einer Sterblichkeit vor dem Schlüpfen, während des Schlüpfaktes und 1–3 Tage nach dem Schlüpfen zusammensetzte. Daß zwischen diesen verschiedenen Arten von Mortalität ein wesentlicher Unterschied besteht, geht aus folgender Überlegung hervor: Töten die Mittel durch den Körper des toten Wirtes hindurch die Entwicklungsstadien des Parasiten, so ist ihr Einfluß als besonders schwerwiegend anzusehen, weil in diesem Falle der gesamte Bestand an Nützlingen ausgerottet werden kann. Wirken sie aber nur dadurch, daß die Imagines während des Schlüpfaktes oder danach direkt mit den Präparaten in Berührung kommen, so überstehen diejenigen Tiere, die nach dem Erlöschen der Kontaktwirkung schlüpfen, den Eingriff ohne Schaden. Die Zehrwespenpopulation wird im letzteren Falle zwar geschwächt, kann sich aber nachträglich wieder regenerieren.

Es könnte zwar angenommen werden, daß die schlüpfenden Wespen schon vorher mehr oder weniger von den ausgebrachten Pflanzenschutzmitteln beeinflußt und dann beim Schlüpfakt durch direkten Kontakt mit den Mitteln endgültig abgetötet werden; das dürfte aber allenfalls für diejenigen Tiere zutreffen, die schon während des Schlüpfens zugrunde gehen. Mit einiger Berechtigung ist dagegen zu folgern, daß alle Zehrwespen, die erst einen oder mehrere Tage nach erfolgtem Schlüpfen sterben, im wesentlichen nur durch direkte Berührung mit den Spritzbelägen während des Schlüpfens letal beeinflußt worden sind.

Die folgenden Versuche sind unter Berücksichtigung solcher Überlegungen ausgewertet worden. Abb. 8 gibt die Ergebnisse eines Tauchversuchs wieder, für den Parasitenmaterial benutzt wurde, das aus einer blutlausverseuchten Apfelanlage stammte. Innerhalb der Kolonnen, die die Gesamtmortalität aufzeigen, ist die Sterblichkeit vor dem Schlüpfen schwarz dargestellt; Punkte zeigen die Mortalität während des Schlüpfens und Schraffierungen die Sterblichkeit, die 1–3 Tage nach dem Erscheinen der Imagines auftrat. Diese Aufschlüsselung der Gesamtmortalität läßt in allen behandelten Proben eine mehr oder minder hohe Sterblichkeit vor dem Schlüpfen der Imagines erkennen. Da sie auch in der Kontrolle auftrat, war anzunehmen, daß die meisten Werte in erster Linie auf die hohe natürliche Mortalität des Freilandmaterials zurückzuführen sind. Lediglich die Wirkung des Parathion hob sich aus der zufallsmäßigen Streuung heraus. Diese Feststellungen ließen sich durch eine weitere Versuchsserie bestätigen, in der gezüchtetes Tiermaterial der gleichen Behandlung unterworfen wurde. Wie aus Abb. 9 hervorgeht, blieb zwar die Reihenfolge für die Wirkungsstärke der Präparate weitgehend unverändert, die Sterblichkeit vor dem Schlüpfen war aber in allen Proben geringer als bei den aus dem Freiland stammenden Versuchstieren. Darüber hinaus ließ sich aus diesem Versuch folgendes klar entnehmen: DDT wirkte ausschließlich auf die schlüpfenden und freilebenden Imagines der Zehrwespe, während Lindan und Parathion bei dieser Anwendungsweise vor allem die Jugendstadien abtöteten. Für Metasystox lag die Wirkung vor und nach dem Schlüpfen der Imagines etwa gleich hoch. Die höchste Gesamtmortalität wurde erneut für Parathion beobachtet, dann folgten

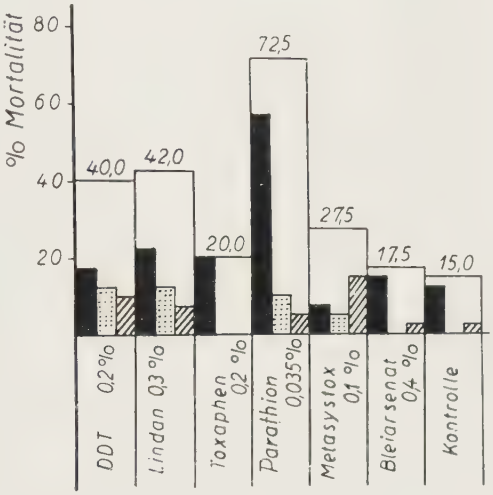



*Abb. 8.* Wirkung verschiedener Insektizidgruppen auf Entwicklungsstadien von *A. mali* im toten Wirt
Tauchversuch mit 10 Sek. Expositionszeit bei praxisüblichen Brühekonzentrationen. Freilandmaterial

= Gesamtmortalität
= Mortalität vor dem Schlüpfen der Imagines
= Mortalität während des Schlüpfaktes
= Mortalität 1-3 Tage nach dem Schlüpfen

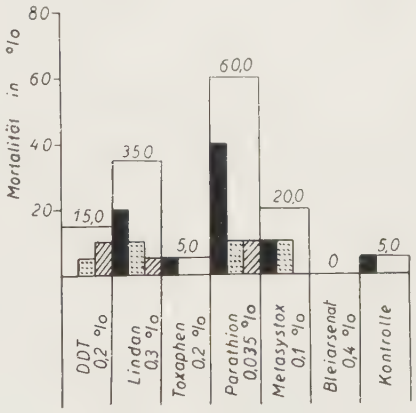



*Abb. 9.* Wirkung verschiedener Insektizidgruppen auf Entwicklungsstadien von *A. mali* im toten Wirt
Tauchversuch mit 10 Sek. Expositionszeit bei praxisüblichen Brühekonzentrationen. Zuchtmaterial. Zeichenerklärung siehe Abb. 8

Lindan, Metasystox und DDT, während Toxaphen und Bleiarsenat im Vergleich zur Kontrolle keinen Einfluß ausübten.

Diese zuletzt beschriebenen Versuche sind im Grunde nur von theoretischem Interesse, da unter normalen Verhältnissen nicht zu erwarten sein wird, daß die Präparate mit solch einer Intensität, wie sie das 10 Sek. lange Tauchen darstellt, in der Praxis gehandhabt werden. Sie stellen demnach lediglich die grundsätzlichen Unterschiede zwischen den einzelnen Wirkstoffgruppen bezüglich ihrer möglichen Wirkung heraus. Unter praxisüblichen Bedingungen übersteigt die Mortalität – wie an Hand von Abb. 7 bereits dargelegt wurde – auch für Parathion nicht die der Kontrolle.

### *b. Fungizide*

Die pilztötenden Mittel Netzschwefel, Kupferoxychlorid, Zineb, Thiuram und Captan verursachten bei praxisüblicher Anwendung ebenfalls keine erkennbare Schädigung der im toten Wirt lebenden Jugendstadien des Blutlausparasiten, so daß auch hier Tauchversuche bei einer Expositionszeit von 10 Sek. vorgenommen werden mußten, um die mögliche Toxizität der Präparate zu untersuchen. Aber selbst nach einer Erhöhung der Brühekonzentrationen auf das 5fache der vorgeschriebenen Dosierung war bei der Mehrzahl der Mittel keine eindeutige Wirkung festzustellen. Abb. 10 zeigt, daß lediglich das Netzschwefelpräparat eine über die natürliche Mortalität hinausgehende Abtötung verursachte. Sie lag bei Freilandmaterial 25 %, bei Zuchtmaterial 10 % höher als in den unbehandelten Kontrollen. Gegenversuche mit verschiedenen Konzentrationen des Netzschwefelpräparates bestätigten seinen schädigenden Einfluß unter „verschärften" Versuchsbedingungen, jedoch ergab sich keine Korrelation zwischen der Konzentration der Spritzbrühen und der Höhe der Mortalität.

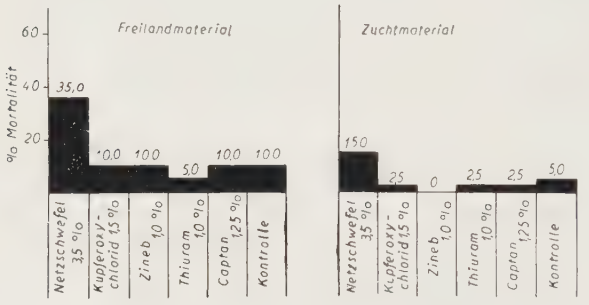



*Abb. 10.* Wirkung verschiedener Fungizidgruppen auf Entwicklungsstadien von *A. mali* im toten Wirt
Tauchversuch mit 10 Sek. Expositionszeit bei 5fach überhöhten Brühekonzentrationen

### 2. Die Wirkung von Sommerspritzmitteln auf freilebende Imagines von *Aphelinus mali*

Da sich die einzelnen Generationen von *Aphelinus mali* während einer Vegetationsperiode beträchtlich überschneiden, sind neben den verschiedenen Entwicklungsstadien des Parasiten auch jederzeit freilebende Zehrwespen anzutreffen. Bei der Durchführung von Pflanzenschutzmaßnahmen werden sie unmittelbar von der Wirkung der Spritzmittel betroffen und entsprechend der Giftigkeit der benutzten Präparate in mehr oder minder großer Zahl abgetötet. Derartige Eingriffe können zweifellos die Tätigkeit des Pa-

rasiten empfindlich hemmen. Da aber, wie im vorhergehenden Abschnitt gezeigt wurde, die im Körper des toten Wirtes enthaltenen Entwicklungsstadien bei praxisüblicher Anwendung der Präparate keinen Schaden erleiden, wird der Bestand der Population zunächst noch nicht gefährdet. Empfindliche Schädigungen sind aber zu erwarten, wenn Kontaktinsektizide benutzt werden, deren Wirkung längere Zeit hindurch anhält. In diesem Falle können je nach der Wirkungsdauer der Präparate auch diejenigen Tiere abgetötet werden, die eine mehr oder weniger lange Zeit nach der Behandlung die schützende Blutlaushülle verlassen. Zur Klärung der Frage, welche Pflanzenschutzmittel den Bestand des Parasiten gefährden, waren unter diesen Voraussetzungen nicht nur die frischen Spritzbeläge auf ihre Giftigkeit für *A. mali* in Zeitmortalitätstests zu untersuchen; sondern es mußte auch die Abnahme ihrer Wirkung verfolgt werden. Zur Sicherung der Ergebnisse wurden alle Versuche dieser Reihe vergleichend auch mit *Drosophila melanogaster* durchgeführt. Da die Dauerwirkung eines Spritzbelages u. a. auch durch die jeweils herrschende Witterung beeinflußt und vor allem durch Niederschläge beeinträchtigt werden kann, stellte ich einen Teil der für die Versuche vorgesehenen Apfelbäumchen nach der Behandlung mit Insektiziden und Fungiziden im Freiland unter einem Regenschutzdach auf, um damit die längstmögliche Wirkungsdauer zu ermitteln, während der Rest im Freien allen Witterungseinflüssen voll ausgesetzt blieb. Gleichzeitig mit dieser Versuchsreihe wurden im Freiland an blutlausverseuchten Apfelbäumchen Spritzungen gegen die Obstmade durchgeführt und die Veränderung der Zehrwespenpopulationen unter dem Einfluß der hierfür benutzten Insektizide verfolgt.

### *a. Insektizide*

Die Ergebnisse der Zeitmortalitätsversuche mit Insektiziden sind in Tab. 2 in Form der $L_t$ 50- und $L_t$ 90-Werte zusammengestellt worden ($L_t$ 50 = Zeit für 50 % Mortalität). Wie ersichtlich ist, erwiesen sich frische Spritzbeläge von Bleiarsenat als völlig ungefährlich für *Aphelinus mali* und *Drosophila melanogaster;* dagegen verursachten die übrigen Insektizide am ersten Tag nach der Behandlung unter den Versuchstieren durchweg 100 % Mortalität. Zu Beginn der Versuche zeigte Lindan die größte Initialtoxizität, dann folgten in absteigender Reihe Parathion, Diazinon, Metasystox, DDT und Toxaphen. Diese Reihenfolge änderte sich jedoch auf Grund des verschieden schnellen Wirkungsabfalls der ausgebrachten Präparate bei zunehmendem Alter der Spritzbeläge erheblich. Schon am zweiten Tag nach der Behandlung war z. B. die Anfangswirkung von Metasystox geringer als die des DDT; in den entsprechenden Testserien starben nur noch 70 % der Versuchstiere. Weitere drei Tage später zeigte dieses Mittel bereits keinerlei Kontaktwirkung mehr. Toxaphen tötete jetzt noch 18,8 % der Versuchstiere, während die übrigen Präparate nach wie vor 100 % Mortalität hervorriefen. Nun lag die Anfangswirkung der Phosphorsäureestermittel Parathion und Diazinon vor der des Lindan. Am 7. Tage nach der Behandlung war die Wirkung des Toxaphen erloschen. In einer drei Tage später angesetzten Testserie zeigte Parathion zwar noch die größte Initialtoxizität, tötete aber nur noch 64,94 % der Versuchstiere. Ihm folgten DDT mit 100 % Mortalität, Lindan mit 59,0 % und zuletzt Diazinon mit 34,4 % Abtötung. Selbst 23 Tage nach der Spritzung, als die letale Wirkung von Parathion,

*Tabelle 2*

**Einfluß verschiedener Insektizide auf die Imagines von *Aphelinus mali* und *Drosophila melanogaster*. — Zeit-Mortalitätstest**

Gespritzte Apfelbäume vor Niederschlägen geschützt; 1 × 5 cm große Blattstücke in verschiedenen Zeitabständen getestet

| Präparat | Konzentration % | Test x Tage nach der Spritzung | Zeit für 50 und 90 % Mortalität bei *D. melanogaster* Lt 50 | *D. melanogaster* Lt 90 | *A. mali* Lt 50 | *A. mali* Lt 90 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DDT 50 % AS. | 0,2 | x = 1 | 200 Min. | 340 Min. | — | — |
| | | x = 2 | 410 Min. | 850 Min. | 590 Min. | 1 180 Min. |
| | | x = 6 | 550 Min. | 840 Min. | — | — |
| | | x = 8 | 740 Min. | 1 150 Min. | — | — |
| | | x = 10 | 377 Min. | 825 Min. | — | — |
| | | x = 23 | 332 Min. | 620 Min. | 434 Min. | 700 Min. |
| | | x = 43 | 1980 Min. | 3 300 Min. | 1 400 Min. | 1 600 Min. |
| | | x = 50 | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ |
| Lindan 23 % AS. | 0,3 | x = 1 | 44 Min. | 67 Min. | — | — |
| | | x = 3 | 46 Min. | 87 Min. | — | — |
| | | x = 5 | 500 Min. | 2 000 Min. | 530 Min. | 760 Min. |
| | | x = 7 | 700 Min. | 1 500 Min. | — | — |
| | | x = 10 | 1125 Min. | 10 500 Min. | — | — |
| | | x = 20 | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ |
| Toxaphen 50 % AS. | 0,2 | x = 1 | 328 Min. | 498 Min. | 920 Min. | 1 500 Min. |
| | | x = 2 | 1500 Min. | 2 820 Min. | — | — |
| | | x = 3 | 3590 Min. | 25 000 Min. | — | — |
| | | x = 5 | 2150 Min. | 3 700 Min. | — | — |
| | | x = 7 | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ |
| Parathion 50 % AS. | 0,035 | x = 1 | 52 Min. | 67 Min. | 48 Min. | 61 Min. |
| | | x = 3 | 72 Min. | 100 Min. | 61 Min. | 84 Min. |
| | | x = 7 | 115 Min. | 140 Min. | 90 Min. | 210 Min. |
| | | x = 10 | 350 Min. | 560 Min. | — | — |
| | | x = 20 | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | x = 1 | 120 Min. | 170 Min. | 58 Min. | 70 Min. | | |
| | | x = 5 | 290 Min. | 360 Min. | — | — | | |
| Diazinon | | x = 6 | 1040 Min. | 2 480 Min. | 540 Min. | 725 Min. | | |
| 25 % AS. | 0,1 | x = 10 | 1480 Min. | 1 830 Min. | | | | |
| | | x = 20 | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | | |
| | | x = 1 | 171 Min. | 280 Min. | 610 Min. | 1 070 Min. | | |
| Metasystox | | x = 2 | 625 Min. | 1 300 Min. | — | — | ♂ | ♀ |
| 50 % AS. | 0,1 | x = 3 | nicht auswertbar | nicht auswertbar | | | | |
| | | x = 5 | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | | |
| Bleiarsenat 20 % AS. | 0,4 | x = 1 | ♂ | ♂ | ♂ | ♀ | | |

Diazinon und Lindan schon lange nicht mehr nachweisbar war, hatte die Wirkung des DDT noch nicht merklich nachgelassen. Am 43. Tage starben auf dem DDT-Spritzbelag noch 27,5 % der Versuchstiere und erst in einer Testserie, die 50 Tage nach der Behandlung aufgestellt wurde, war schließlich keine Mortalität mehr zu beobachten.

Die hier geschilderten Ergebnisse wurden unter idealen Versuchsbedingungen gewonnen, d. h. die Testpflanzen waren geschützt aufgestellt, so daß die Spritzbeläge nicht durch Niederschläge beeinflußt werden konnten. In der Praxis dürfte mit einer derart langen Wirkungsdauer kaum zu rechnen sein. Das geht aus Parallelversuchen hervor, bei denen die behandelten Bäumchen vollkommen frei allen Umwelteinflüssen ausgesetzt waren. Regenfälle und die gegenüber der oben geschilderten Versuchsanordnung erhöhte Sonneneinstrahlung, die ein schnelles Verdampfen der aufgebrachten Insektizide bewirkte, waren die Ursache, daß in einer Testserie die Abtötung durch DDT nach 4 Tagen bereits auf 69 % und die durch Parathion sogar auf 15 % abgesunken war, während Diazinon, Metasystox, Lindan und Toxaphen keine Kontaktwirkung mehr erkennen ließen. In einer weiteren Versuchsreihe tötete nach derselben Zeitspanne lediglich noch DDT 58 % der Versuchstiere. Tests einer dritten Serie, die 7 Tage nach der Behandlung aufgestellt wurden, zeigten ebenfalls nur noch eine Abtötung durch DDT in Höhe von 51,4 %. Derartige Umwelteinflüsse dürften mit dafür verantwortlich sein, daß die Befunde über die Schädlichkeit von Pflanzenschutzmitteln für *A. mali* bei vielen Autoren stark voneinander abweichen.

Neben Zeitmortalitätstests wurden weitere Untersuchungen über den Einfluß von Spritzmitteln auf die Wechselbeziehungen zwischen der Blutlaus und ihrem Parasiten unter Freilandbedingungen durchgeführt, als Apfelbäumchen mit parasitierten Blutlauskolonien am 7. und 19. 6. 1957 zum Schutz gegen die 1. Generation von *Carpocapsa pomonella* L. mit Bleiarsenat, Lindan, DDT, Parathion, Diazinon und einer Kombination von Parathion und DDT ge-

spritzt wurden. Auszählungen der lebenden und durch Parasitierung abgestorbenen Blutläuse sowie der freilebenden Zehrwespen, die vor und nach der Behandlung in verschiedenen Zeitabständen vorgenommen wurden, führten zu den in Abb. 11 dargestellten Ergebnissen. Aus der Kontrolle, welche die ungestörte Entwicklung von Wirt und Parasit wiedergibt, ist zu entnehmen, daß der Blutlausbefall zunächst im Laufe des Juni abnahm, um

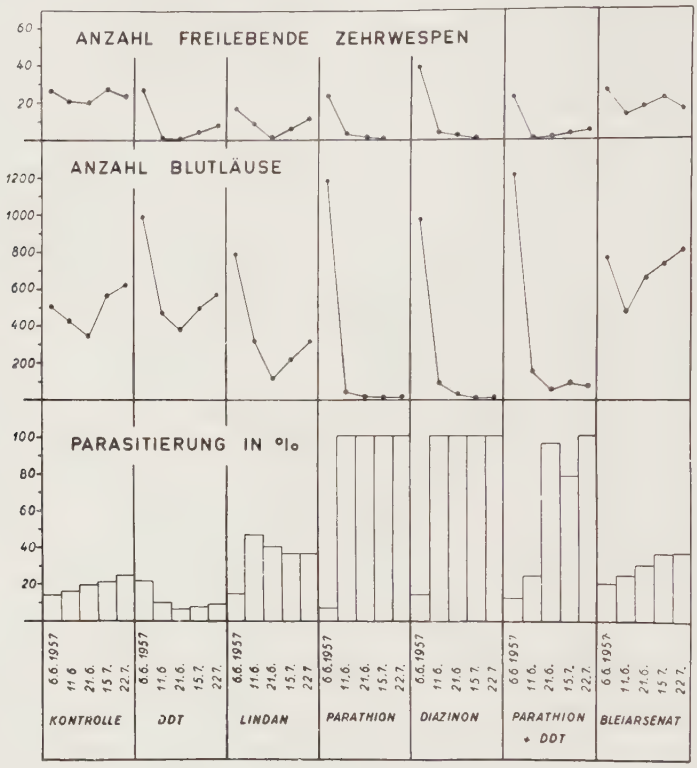



*Abb. 11.* Einfluß verschiedener Insektizidgruppen auf die Blutlaus und ihren Parasiten Apfelbäumchen im Freiland am 7. 6. und 19. 6. gegen die 1. Generation von *Carpocapsa pomonella* L. gespritzt; lebende Blutläuse, durch Parasitierung abgestorbene Tiere und freilebende Zehrwespen in Zeitabständen ausgezählt

hernach wieder anzusteigen. Während der ganzen Versuchszeit war hier eine langsame aber stetige Zunahme der Parasitierung zu beobachten. Die Zahl der freilebenden Zehrwespen schwankte zufallsmäßig um den Mittelwert. Ein ähnliches Bild bot sich bei einer Spritzung mit Bleiarsenat, wodurch die in den Zeitmortalitätstests erwiesene Unschädlichkeit dieses Präparates erneut bestätigt wurde. Nach DDT-Behandlung zeigte die Entwicklung der Blutlauspopulation ebenfalls keine sonderliche Abweichung von der Kontrolle. Während aber bei der Kontrolle und bei Bleiarsenbehandlung mit dem Rückgang der Aphide bis zum 21. 6. ein Anstieg der Parasitierungsquote verbunden war, sank für DDT der Prozentsatz parasitierter toter Blutläuse bis zum gleichen Zeitpunkt erheblich ab und stieg danach mit dem Schwinden des DDT-Belages nur langsam wieder an. Auch der Bestand an

freilebenden Zehrwespen verringerte sich zusehends, so daß bei Versuchsende kaum noch Imagines von *A. mali* anzutreffen waren. In Blutlauskolonien, die mit Lindan behandelt wurden, stieg zunächst der Prozentsatz parasitierter toter Läuse rapid an, obwohl sich auch hier die Zahl freilebender Wespen zunächst zusehends verringerte. Diese Zunahme der Parasitierungsquote ist jedoch nur eine scheinbare; denn da der Bestand an lebenden Blutläusen auf Grund der Wirkung des Lindan abgenommen hatte, nahm der Prozentsatz parasitierter toter Blutläuse zwangsläufig zu. Im weiteren Verlauf der Versuche nahm dann der prozentuale Anteil parasitierter Läuse wieder ab, weil die schlüpfenden Zehrwespen durch die Kontaktwirkung des Spritzbelages abgetötet wurden und daher keine ausreichende Nachkommenschaft erzeugen konnten. Imagines von *A. mali* waren erst gegen Ende der Versuchszeit wieder in größerer Zahl zu finden. Eine Verschiebung des Verhältnisses von lebenden zu parasitierten toten Läusen trat in noch weit stärkerem Ausmaße bei den mit Parathion und Diazinon behandelten Apfelbäumchen auf. Schon nach der ersten Spritzung am 7. 6. waren die lebenden Blutläuse so stark dezimiert worden, daß der Parasitierungsgrad damit schlagartig auf 100 % anstieg. Dieser Wert blieb bis zum Ende der Versuche unverändert erhalten, während die absolute Zahl der mit Parasiten besetzten Aphiden infolge des Schlüpfens der fertig entwickelten Zehrwespen immer mehr abnahm. Die zunächst große Anzahl freilebender Wespen sank nach der Spritzung nahezu auf den Wert Null ab. Sie stieg auch nach dem Erlöschen der Kontaktwirkung nicht mehr an, weil die Tiere wegen Mangel an Wirten abwanderten. Die Populationsverschiebungen in den Blutlauskolonien nach einer Spritzung mit einem Gemisch von DDT und Parathion, verliefen im wesentlichen ähnlich wie bei der Anwendung von Phosphorsäureestern allein. Da hier jedoch selbst nach der zweiten Spritzung noch Blutläuse am Leben blieben, andererseits aber die Aktivität der Zehrwespen infolge der DDT-Wirkung längere Zeit hindurch stark gehemmt war, entgingen einige Läuse immer wieder der Parasitierung. Nach dem Abklingen der Kontaktwirkung erlagen sie jedoch alle dem Parasiten, so daß die Kolonien erloschen.

Die Wirkung von Metasystox, die in einer eigenen Versuchsreihe geprüft wurde, verursachte in den Blutlauskoloien dieselben Populationsveränderungen wie Phosphorsäureesterpräparate.

Alle Versuchsergebnisse lassen übereinstimmend erkennen, daß DDT-Präparate infolge ihrer lang anhaltenden Kontaktwirkung die Zehrwespenpopulationen am empfindlichsten schädigen, so daß die wiederholte Anwendung derartiger Mittel eine Zunahme der Blutlausplage zur Folge hat. Organische Phosphorsäureverbindungen und Metasystox, die auf die Blutlaus stark toxisch wirken, können trotz letaler Wirkung auf die Imagines von *Aphelinus mali* dennoch ein günstiges Zahlenverhältnis zwischen Wirt und Parasit schaffen, indem sie einerseits die Blutlaus weitgehend dezimieren, andererseits aber die durch die Körper ihrer toten Wirte geschützten Entwicklungsstadien des Parasiten am Leben lassen. Unter solchen Bedingungen kann dann damit gerechnet werden, daß die nach dem Abklingen der Kontaktwirkung schlüpfenden Wespen etwa noch vorhandene Blutläuse restlos dezimieren. Allerdings ist dabei zu berücksichtigen, daß mit der völligen Vernichtung der Blutlaus auch die Lebensmöglichkeiten für ihren Parasiten schwinden. Bei erneutem Auftreten von Blutlauskolonien muß dann zunächst mit einem Fehlen des Parasiten gerechnet werden.

*b. Fungizide*

Die Zeitmortalitätsversuche im Laboratorium wurden mit den bereits unter 1b genannten Präparaten bei praxisüblicher Dosierung durchgeführt. In allen Versuchen konnte trotz mehrfacher Wiederholung nur bei Netzschwefel eine Wirkung auf die Imagines von *A. mali* festgestellt werden. Sie trat 22 bis 23 Stunden nach Versuchsbeginn ein und führte auf frischen Spritzbelägen zu einer Mortalität von 25 bis 35 %. Eine exakte Bestimmung der Mortalitätswerte ($L_t$ 50 u. $L_t$ 90) war daher nicht möglich. Da Netzschwefel – allerdings in 5facher Überdosierung – auch eine Schädigung der in der toten Blutlaus enthaltenen Entwicklungsstadien von *A. mali* hervorrufen kann (vgl. S. 186), muß zwar auf eine gewisse Empfindlichkeit gegenüber diesem Mittel geschlossen werden, mit einer merklichen Schädigung der Zehrwespenpopulationen dürfte jedoch bei praxisüblicher Anwendung nicht zu rechnen sein.

## V. Praktische Folgerungen aus den Versuchsergebnissen

Unter pfälzischen Klimaverhältnissen enthalten bei Anbruch des Winters etwa 70 % der im Freiland vorhandenen Blutlausmumien erwachsene Larven von *Aphelinus mali,* die sich im Diapausestadium befinden. Der Rest birgt neben toten Tieren lebende Puppen und schlüpfreife Imagines, die beim Ansteigen der Temperatur ihre Lebensfunktionen sofort im vollen Umfange wieder aufnehmen. Die Larven ertragen in der Diapause tiefe Winterkälte ohne Schaden und zeigen sich gegenüber einer Reihe von Pflanzenschutzmitteln sehr resistent, während die übrigen Entwicklungsstadien gegen beide Einflüsse empfindlicher sind. Da im Versuchsgebiet die Winter in der Regel mild sind, darf hier in den meisten Jahren mit einem Überleben der empfindlichen Puppen- und Imaginalstadien gerechnet werden. Diese Tiere schlüpfen naturgemäß früher als die im Diapausestadium überwinternden Zehrwespen; ihr Auftreten führt daher zu einem zeitigen Einsetzen der Parasitentätigkeit und somit zu einer größeren Nutzwirkung. Gewisse Winterspritzmittel wie Obstbaumkarbolineen, Mineralöle und Kombinationen derselben mit anderen Substanzen töten diese aktiven Entwicklungsstadien der Zehrwespe ab, während Dinitrobutylphenol und Dinitrokresol keinen Schaden anrichten. Bei der Wahl der Mittel für die Winterspritzung in blutlausverseuchten Apfelanlagen sollte daher den letztgenannten Substanzen der Vorzug eingeräumt werden.

Spritzungen, die während der Vegetationsperiode mit den untersuchten Insektiziden vorgenommen werden, wirken nur auf die freilebenden Imagines der Zehrwespe, während die durch den Körper des toten Wirtes geschützten Entwicklungsstadien zunächst nicht gefährdet sind. Die Wespen, die sich aus ihnen entwickeln, können aber trotzdem abgetötet werden, wenn sie zu einer Zeit schlüpfen, zu der die Wirkung des Spritzbelages noch nicht erloschen ist. Daraus ergibt sich, daß Insektizide mit lang anhaltender Kontaktwirkung wie z. B. DDT, die Zehrwespenpopulationen empfindlich zu schädigen vermögen. Da DDT überdies gegen die Blutlaus unwirksam ist, führt seine wiederholte Anwendung zu einer Steigerung der Blutlauskalamität. Zwecks Schonung des Nützlings sollte daher in blutlausverseuchten Apfelanlagen der Gebrauch derartiger Mittel weitgehend eingeschränkt

werden. Wo nicht auf sie verzichtet werden kann, ist eine Mischung mit Phosphorsäureesterpräparaten oder systemischen Insektiziden, die auf die Blutlaus stark toxisch wirken, empfehlenswert, weil auf diese Weise die Tätigkeit der überlebenden Parasiten indirekt unterstützt wird.

Die größte Gefahr für *A. mali* besteht bei Spritzungen im Frühjahr, wenn das Gros der Zehrwespen kurz vor dem Schlüpfen steht. Da ca. 70% der Parasiten als erwachsene Larven im Diapausestadium überwintern und da die Streuung im Schlüpfen wegen des gleichen Entwicklungsstandes gering ist, ist leicht einzusehen, daß ein um die kritische Zeit ausgebrachtes Insektizid den Zehrwespenbestand weitgehend vernichten kann. Laufende Beobachtungen über den Entwicklungsstand des Parasiten und sinngemäße Festlegung der Spritztermine können dazu beitragen, derartige Schäden zu vermeiden.

Bei der Anwendung von Fungiziden ist keine Gefährdung der *Chalcidide* zu befürchten, so daß auf besondere Schutzmaßnahmen verzichtet werden kann.

## Zusammenfassung

Die Empfindlichkeit von *Aphelinus mali* Hald. gegenüber den gebräuchlichsten Winter- und Sommerspritzmitteln wurde unter Laboratoriums- und Freilandbedingungen untersucht. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. *A. mali* überwintert unter den in der Pfalz herrschenden Klimaverhältnissen vorwiegend als erwachsene Larve im Diapausestadium. Ein Teil der im Freiland vorhandenen Blutlausmumien enthält jedoch Puppen und schlüpfbereite Imagines, deren Aktivität durch günstige Temperaturen jederzeit wieder geweckt werden kann.
2. Während die Diapausestadien tiefe Kältegrade ohne Schaden überstehen und eine gewisse Resistenz gegenüber toxischen Substanzen zeigen, sind überwinternde Puppen und Imagines durch Kälte gefährdet und empfindlich gegen die meisten Winterspritzmittel.
3. Dinitrokresol und Dinitrobutylphenol sind für alle in der toten Blutlaus überwinternden Entwicklungsstadien des Parasiten unschädlich. Obstbaumkarbolineum-Schweröl, sowie seine Mischungen mit DNC und Mineralöl, sowie Mineralölpräparate können zwar Puppen und schlüpfbereite Imagines abtöten, schädigen aber nicht die überwinternden Diapausestadien, so daß der Bestand des Nützlings bei Anwendung dieser Stoffe nicht gefährdet wird.
4. Von den geprüften Insektiziden erwies sich nur Bleiarsen als unschädlich für alle Entwicklungsstadien von *Aphelinus mali*. Frische Spritzbeläge von Lindan, DDT, organischen Phosphorsäureverbindungen, Metasystox und Toxaphen töten alle freilebenden Zehrwespen ab. Die im Körper der toten Wirte enthaltenen Entwicklungsstadien werden durch Spritzungen mit praxisüblichen Konzentrationen dieser Mittel nicht geschädigt, doch werden die schlüpfenden Imagines abgetötet, wenn sie vor dem Erlöschen der Kontaktwirkung der Spritzbeläge erscheinen. Daraus folgt, daß der Bestand einer Zehrwespenpopulation durch Anwendung von Insektiziden mit lang anhaltender Kontaktwirkung ernstlich gefährdet wird.
5. Von allen untersuchten Präparaten zeigte DDT die längste Dauerwirkung

und damit die größte Schädlichkeit für den freilebenden Parasiten. Die Kontaktwirkung von Metasystox und Toxaphen erlischt am ehesten, während Lindan und organische Phosphorsäurepräparate zwischen diesen beiden Extremen einzuordnen sind.

6. Die Fungizide Zineb, Thiuram, Captan und Kupferoxychlorid beeinflussen in praxisüblicher Konzentration den Parasiten nicht; Netzschwefel kann geringe Mortalität unter den Imagines verursachen.
7. Zur Schonung des Nützlings wird empfohlen, in blutlausverseuchten Apfelanlagen die Winterspritzung mit Dinitrobutylphenol oder Dinitrokresol durchzuführen. Während der Vegetationsperiode ist die Verwendung von DDT-Präparaten möglichst einzuschränken; statt dessen sollten Insektizide mit geringerer Dauerwirkung benutzt werden, die gleichzeitig auch gegen die Blutlaus wirken (z. B. Phosphorsäureester, Metasystox). Dadurch kann trotz Abtötung der freilebenden Chalcididen das Verhältnis von Blutlaus und Parasit zugunsten der Zehrwespen verschoben werden, so daß die nachschlüpfenden Parasiten die überlebenden Aphiden weiter dezimieren. Bei Spritzungen im Frühjahr darf die Wirkungsdauer der Spritzbeläge nicht mit der Hauptschlüpfperiode des Parasiten zusammenfallen.

## Summary

1. In the Palatinate, *A. mali* generally overwinters as a mature larva in diapause but sometimes as a pupa or an adult ready to emerge.
2. The diapause stage is more resistant to cold and toxic substances than the other stages.
3. Some winter sprays, such as mineral oil preparations or fruit tree Carbolineum-heavy oil, alone or in formulations with DNC or mineral oil, therefore kill pupae and adults ready for emergence, but not diapausing larvae. On the other hand, DNC and DNBP are to a large extent harmless to all overwintering stages.
4. Summer spraying with lead arsenate does not harm the parasite. Normally used concentrations of Lindane, DDT, organo-phosphorus compounds, Metasystox and Toxaphene kill the host but not the contained parasite. Fresh spray deposits of the same materials will however kill the free living adults. The use of persistent insecticides therefore seriously affects the parasite population.
5. Of the preparations studied, DDT is the most persistent, followed by Lindane, organo-phosphorus compounds, Metasystox and Toxaphene.
6. The fungicidal preparations based on Zineb, Thiuram, Captan and copper oxychloride have no effect on *A. mali* at normal concentrations. Wettable sulphur causes only a slight mortality among the adults.
7. To protect the parasite, it is recommended that winter spraying of apple trees attacked by woolly aphis should be carried out with DNC or DNBP. During the growing period, aphicides of low persistence should be used.

## Literatur


Bodenheimer, F. S.: Studies on the physical ecology of the woolly apple aphis *(Eriosoma lanigerum)* and its parasite *Aphelinus mali* in Palestine. – Bull. Rehovot agric. Res. Sta. **43**, 1947.

Bodo, F.: *Aphelinus mali* im Burgenlande heimisch? – Neuh. Pflsch. **27**, 1–7, 1934.

Borg, Å.: Om blodlusens-övervintring 1946–47. – Växtskyddsnotiser **11**, 81–85, 1947.

— Undersökningar över *Aphelinus mali* Hald. – blodlusens *(Eriosoma lanigerum* Hausm.) speciella parasit. – Statens Växtskyddsanstalt Meddelande **60**, 1952.

Castberg, C.: Nya rön angående blodlusen. – Växtskyddsnotiser arg. **5**:**6**, 86–90, 1941.

Childs, L. und Gillespie, D. G.: Production and spread of the woolly aphis parasite, *Aphelinus mali,* in the Hood River Valley. – Journ. Econ. Ent. **25**, 1013–1016, 1932.

Dumbleton, L. J. und Jeffreys, F. J.: The control of the woolly aphis by *Aphelinus mali.* – N.Z.J. Sci. Tech. (A) **20**, 183A–190A, 1938.

Ehrenhardt, H.: Experimentelle Untersuchungen und Freilandbeobachtungen über den Einfluß von Kälte und Eis auf den Massenwechsel der Blutlaus. — Arb. phys. angew. Ent. **6**, 257–285, 1939.

— Untersuchungen über den Einfluß der Zehrwespe *Aphelinus mali* Hald. auf den Massenwechsel der Blutlaus. – Arb. phys. angew. Ent. **7**, 1–41, 1940.

Faes, H.: Un contre-parasite du puceron lanigère, l'*Aphelinus mali.* – Ann. agric. Suisse **29**, 515–519, 1928.

Franz, J.: Möglichkeiten und Grenzen der biologischen Schädlingsbekämpfung. – Pflanzenschutz Jg. **3**, 100—102, 1951.

— Möglichkeiten, Aufgaben und Grenzen der biologischen Schädlingsbekämpfung. – Der Pflanzenarzt, **8**, 9—11, 1955.

Garman, Ph.: Spray combinations for control of apple pests in Connecticut. – Journ. Econ. Ent. **47**, 731–734, 1954.

Greenslade, R. M. und Massee, A. M.: Some notes on the woolly aphis parasite *(Aphelinus mali* Hald.). – Rep. E. Malling Res. Sta. **21**, 225–227, 1934.

Gurney, W. B. und Le Gay Brereton, W.: The control of woolly aphis. Methods that are available. – Agric. Gaz. N. S. W., **37**, 545–551, 1926.

Jancke, O.: Zur Frage der Überwinterung der Blutlaus und ihres Parasiten *Aphelinus mali* Hald. – Nachr. Bl. Dtsch. Pflanzensch. **9**, 83–85, 1929.

— Über den Einfluß einiger Blutlausbekämpfungsmittel auf die Entwicklung des Blutlausparasiten *Aphelinus mali.* – Arb. phys. angew. Ent., **2**, 96–98, 1935.

— Zur Kälteempfindlichkeit der Blutlaus. – Nachrichtenbl. dtsch. Pflanzensch. **15**, 46–47, 1935.

— Stand der chemischen und biologischen Bekämpfung der Blutlaus. – Die kranke Pflanze, **18**, 26–29, 1941.

Jarvis, H.: The woolly aphis parasite *(Aphelinus mali* Hald.). – Queensland Agric. Journ. **26**, 105–108, 1921.

Jenkins, CFH, Forte, P. N., Ryan, F. F.: The apple leafhopper *(Typhlocyba frogatti* Baker) and its control at Donnybrook, Western Australia. – J. Dep. Agric. W. Aust. **27**, 209–226, 1950.

Kemp, H. K.: Codling moth control. – J. Dep. Agric. S. Aust. **51**, 6–9, 184–186, 229–236 u. 238, 1947.

Kivit, O.: The acclimatisation of *Aphelinus mali* Hald. in the North Caucasus (in Russisch). – Plant. Prot. **8**, 104–108, 1936 (Ref.: Rev. appl. Ent., Ser. A, **25**, 133, 1937).

Kovačević, Z.: Prilog poznavanju *Aphelinus mali.* – Arh. Min. Poljoprivr. **4**, 95–101, 1937.

Lawrey, V. L.: Orchard pest control. – Tasm. J. Agric. **20**, 182–187, 1949.

Lundie, A.: A biological study of *Aphelinus mali* Hald., a parasite of the woolly apple aphid, *Eriosoma lanigerum* Hausm. – Cornell Univ. Agr. Exp. Stat., Mem. **79**, 1–27, 1924.

Marchal, P.: Introduction en France d'un Parasite Amèricain du Puceron lanigère du Pommier, l'*Aphelinus mali* Haldemann. – Compt. Rend. Sèanc. Acad. Agric. de France, **7**, 619–625, 1921.

Massee, A. M.: Notes on some interesting insects, observed in 1950. – Ann. Rep. 1950, East Malling Res. Sta., 141–147, 1951.

— Notes on some interesting insects, observed in 1951. – Ann. Rep. 1951, East Malling Res. Sta. **A 35**, 155–161, 1952.

May, A. W. S.: Codling moth and light brown apple moth Control experiments 1948/49. – Qd. agric. J. **69**, 340–343, 1949.

— Codling moth control experiments 1947/48. – Qd. agric. J., **67**, 143–146, 1948.
Meier, N. F. und Telenga, N. A.: Über biologische Bekämpfung der Blutblattlaus *(Eriosoma lanigerum* Hausm.) durch ihren Parasiten *Aphelinus mali* Hald. in USSR (in Russisch mit deutscher Zusammenfassung). – Plant. Prot. **3**, 17–24, 1932 (Ref.: Rev. appl. Ent., Ser. A, **21**, 633, 1933).
Menzel, R.: Beobachtungen über das diesjährige Verhalten des Blutlausparasiten *Aphelinus mali.* – Schweiz. Zeitschr. Obst- und Weinbau, **40**, 117–119, 1931.
Nakayama, S.: Experiments on the introduction, establishment and utilisation of *Aphelinus mali* Haldem., a parasite of *Eriosoma lanigerum* Hausm. First Report (in Japanisch). – J. agric. Exp. Sta. Corea **8**, 136–149, 1936 (Ref.: Rev. appl. Ent., Ser. A, **24**, 633, 1936).
Newcomer, E. J.; Dean, F. P. und Carlson, F. W.: Effect of DDT, Xanthone and Nicotine Bentonite on the woolly apple aphid. – J. econ. Ent. **39**, 674–676, 1946.
Newcomer, E. J. und Dean, F. P.: Control of woolly apple aphids in orchards sprayed with DDT. – J. econ. Ent. **46**, 54–56, 1953.
Noble, N. S.: The woolly aphid parasite. Effect of orchard sprays on *Aphelinus mali.* – Agric. Gaz. N. S. W. **46**, 573–575, 1935.
Pussard, M. R.: Sessilité d'*Aphelinus mali* Hald. aux traitements insecticides. – Acad. Agric. France, Scéance du 23. 4. 1947.
Rahmann, K. A. und Abdul Wahid Khan, M.: Observations on *Aphelinus mali* Hald. in the Punjab. – Indian J. agric. Sci. **11**, 446–450, 1941.
Romanova, V. P.: Materials on acclimatisation of *Aphelinus mali* Hald. in North Caucasus. – Plant. Prot. **2**, 65–76, 1935 (Ref.: Rev. appl. Ent., Ser. A, **23**, 576, 1935).
Russ, K.: Ist eine Kombination von chemischer und biologischer Schädlingsbekämpfung möglich? – Pflanzenarzt, **9**, 70–71, 1956.
Sachtleben, H. und Thiem, H.: Die Aussetzung der Blutlauszehrwespe *(Aphelinus mali* Hald.) in Berlin-Dahlem und ihre Verbreitung in der Provinz Brandenburg. – Arb. phys. angew. Ent. **4**, 297–321, 1937.
Schneider, F.: Das biologische Gleichgewicht und die chemische Schädlingsbekämpfung. – Neuere Forschg. Pflsch. u. Viruskrankh., H. **16**, 52–61, 1948.
Speyer, W.: Die Blutlaus-Schlupfwespe im Niederelbischen Obstbaugebiet. – Altländer Ztg., 10. Aug. 1935.
— Untersuchungen über tierische Obstschädlinge und ihre Bekämpfung. – Mitt. Biol. Reichsanst. **63**, 78–79, 1941.
Sprengel, L.: Untersuchungen über den Blutlausparasiten *Aphelinus mali* Hald. – Anz. Schädlingsk. **4**, 151–160, 1928.
— Stand der Kenntnisse über die biologische Bekämpfung der Blutlaus *(Eriosoma lanigerum* Hausm.) mit *Aphelinus mali* Hald. in Europa. – Gartenbauwissensch. **4**, *11–37*, 1930.
Taylor, G. G.: Spray treatments for control of woolly aphis *(Eriosoma lanigerum* Hausm.) on apple trees. – N. Z. Journ. Sci. and Techn. Sect. A **34**, 258–265, 1952.
Tillyard, R. J.: The parasite of the woolly aphis in New Zealand. Progress of the work of distributing *Aphelinus mali* during the season 1922–3. – sine loco (Ref.: Rev. appl. Ent., Ser. A, **12**, 70, 1924).
Toyoshima, A.: Studies of *Aphelinus mali* Hald., a parasite of *Eriosoma lanigerum* Hausm. 1 (in Japanisch). – Apple Exp. Sta. Aomori Pref. Rep. 1, 1938 (Ref.: Rev. appl. Ent., Ser. A, **26**, 771, 1938).
Wason, E. J.: DDT as a codling moth control. Experiments with apples on Murrumbidgee irrigation area. – Agric. Gaz. N. S. W., **57**, 427–431, 1946.
Wason, E. J. und Lloyd, N. C.: DDT and codling moth control. Agric. Gaz. N. S. W. **59**, 538–540, 1948 (Ref.: Rev. appl. Ent. **37**, 42, 1949).
Whittaker, E. C.: Protect the woolly aphis parasite. Treatment of prunings important. – Agric. Gaz. N. S. W. **50**, 505–506, 1939.
Yothers, M. A.: DDT and the woolly apple aphid parasite *Aphelinus mali.* – Journ. Econ. Ent. **40**, 934, 1947.
— An annotatet bibliography on *Aphelinus mali* Hald., a parasite of the woolly apple aphid. – U. S. D. A., Res. Adm. Bureau Entom. Plant. Quarant. 1953 (Ref.: Zeitschr. Pflanzenkrankh. **62**, 475, 1955).

*Aus dem Altonaer Museum und aus der Chemischen und Lebensmitteluntersuchungsanstalt des Hygienischen Instituts der Stadt Hamburg*

# Über unentbehrliche Wirkstoffe bei der Aufzucht der Kleidermotte

Von Erich Titschack und Walter Wodsak

Die Frage nach den Nähr- und Wirkstoffen, die der Kleidermotte zur Verfügung stehen müssen, wenn die Entwicklung von der Eilarve bis zum Schmetterling erfolgreich zurückgelegt werden soll, ist ein Problem, das sich nur im Fütterungsversuch lösen läßt. Aus den Veröffentlichungen von Titschack (1922, 1926, 1948) wissen wir,

1. daß Wollgewebe nicht ohne weiteres alles zu enthalten brauchen, was die Raupen der Kleidermotte *(Tineola bisselliella* Hum.) benötigen,
2. daß die Kleidermottenraupen auf unzureichendem Nährsubstrat durchaus nicht schnell eingehen, sondern bis 2,5 Jahre (und wahrscheinlich noch länger) auszuhalten vermögen, ehe sie sterben. Dabei nehmen sie sogar zuerst – wahrscheinlich auf Grund von Reservestoffen aus dem Embryonalleben – an Größe zu, sinken dann aber schließlich und langsam auf einen Zustand ab, der im Extrem den Körperausmaßen zwischen der 1. und 2. Häutung entsprechen kann. Irgendeine Schädigung der Raupen durch die lange Mangelzeit ist nicht zu erkennen: bringt man sie auf zusagenden Nährboden, so setzt das Wachsen wieder ein und führt zu Imagines. Es müssen also in der Nahrung der Kleidermotte Wirkstoffe vorhanden sein, ohne die ein Wachsen unterbleibt.

Um im Fütterungsversuch über derartige Stoffe Aufklärung zu erhalten, muß folgendes beachtet werden. Auszugehen ist unbedingt von frisch geschlüpften Räupchen, sei es, daß man solche sofort nach dem Verlassen des Eies überträgt, sei es, daß man die Versuchsschälchen mit Eiern beschickt. Wir zogen letzteres vor, schon weil das Ansetzen schneller ging, und große Reihen nur so gleichzeitig zu erledigen waren. Daß das eine oder andere Ei dabei taub sein konnte, bleibt ohne Bedeutung, da auf ein Schälchen 25 Eier kamen, sich also auf jeden Fall genügend Tiere im Versuch befanden. Nur diese Eilarven ergaben ein einheitliches Ausgangsmaterial: Das Alter der einzelnen Raupe war genau bekannt, jede brachte dasselbe an Aufbaustoffen mit, von jeder stand fest, daß die Ei-Mitgift zur Verpuppung nicht ausreicht. All das bleibt offen, wenn man wahllos, etwa aus einer Zucht oder Befallsprobe herausgesuchte Mottenraupen verwendet. Solche Tiere würden sich im Ernährungsversuch ganz uneinheitlich verhalten und positive Ergebnisse vortäuschen. Sie tuen das ja sogar bei totalem Nahrungsentzug: einzelne Tiere verpuppen sich sofort und ergeben Zwergimagines, andere fressen an den Kadavern ihrer Artgenossen und erreichen auf diese Weise die Vollentwicklung.

Die Prüfung ging in Rillenschälchen von 90 mm Durchmesser und 15 mm

Höhe vor sich, die alle im Thermostaten bei 29° C konstant aufgehoben wurden. Somit blieben Raumausmaß, Bevölkerungsdichte, Temperatur, Licht- und Feuchtigkeitsverhältnisse usw. in allen Schälchen gleich, und der einzige Faktor, der variierte, war das Futter. Es ließen sich daher die Serien aus den verschiedenen Monaten und Jahren dieser Arbeit ohne weiteres miteinander vergleichen.

Zugrunde lag allen Versuchen ein leichter, ungefärbter, unapprettierter, nichtkarbonisierter, reiner (100%iger) Wollstoff, aus dem mit dem Sartoriuslappenschneider Scheiben von 80 mm Durchmesser im Gewicht von ca. 1 g geschnitten wurden. Diese tränkten wir mit den weiter unten genannten Lösungen und Aufschwemmungen. Nur ausnahmsweise, wenn von irgendeiner Versuchsflüssigkeit nur geringe Mengen zur Verfügung standen, mußten wir uns mit Teilen einer Stoffscheibe begnügen, reduzierten dann aber auch die Raupenzahl pro Schälchen. Geruch und Verkrustung der Wolläppchen unterlagen einer genauen Beobachtung, um ein irreführendes, scheinbar negatives Ergebnis auszuschließen.

Es konnte natürlich bei einer Prüfung nicht gewartet werden, bis alle Räupchen gestorben waren. Das hätte jeden Versuch über Monate und Jahre verlängert und eine planmäßige Auswertung und Weiterverfolgung von Teilergebnissen verhindert. Wir verglichen daher die Einzelprüfungen mit Kontrollen, die in mit Pferdemistlösung getränkten Stoffscheiben gleichen Ausgangsmaterials bestanden. Auf diesen schlüpften nach 6 Wochen Schmetterlinge. Als positiv sprachen wir einen Versuch an, der in der Entwicklungsdauer, in der Zahl der geschlüpften Schmetterlinge und im Ausmaß des Fraßes der Kontrolle entsprach. Ein schwach positiver Versuch ergab nach doppelter oder dreifacher Zeit einige wenige Schmetterlinge. Als negativ galten Versuche, in denen kein bemerkenswerter Fraß auftrat und die Räupchen ganz klein blieben. Gleichfalls negativ bewertet wurden auch die Versuche, in denen sich nach über dreifacher Kontrollzeit bei belangloser Fraßbeschädigung nur 1 oder 2 Schmetterlinge entwickelten. In allen negativen Versuchen fanden sich, wie schon gesagt, im großen ganzen nur kleine Räupchen, die nicht wuchsen, obwohl sie fraßen, wie Titschack das in seinen Ernährungsversuchen 1926 ausführlich beschreibt. Erwähnt seien schließlich noch Versuche, in denen Jungräupchen schnell abstarben, ohne den Wollstoff am Schälchen anzuspinnen. Das beruhte darauf, daß dem betreffenden Wolläppchen ein Giftstoff[1] zugeführt war oder im Schälchen aus der Stoffbehandlung heraus in der Wärme des Thermostaten eine unzuträgliche Atmosphäre entstand.

Im ganzen wurden 5300 Einzelversuche mit je 25 Motteneiern angesetzt. Um das Tiermaterial bei Bedarf zur Verfügung zu haben, mußten umfangreiche Zuchten in Gang gehalten werden, die in der von Titschack entwickelten und mehrfach geschilderten Weise erfolgten. Diese Arbeit beschäftigte ständig eine weibliche technische Hilfskraft. Die Prüfungen begannen am 1. 9. 1952 und liefen im Herbst 1956 aus, nachdem die von der Deutschen Forschungsgemeinschaft und den Farbenfabriken Bayer in Leverkusen zur Verfügung gestellten Beihilfen erschöpft waren. Wir danken auch an dieser Stelle den beiden Körperschaften für die gewährte Hilfe und Un-

[1] Für die Praxis ergibt sich hieraus keine Erweiterung oder Ergänzung der „Eulanpräparate", da unsere chemischen Zusätze der Wäscherei oder Färberei natürlich nicht standhielten.

terstützung. Eine weitere Klärung der angeschnittenen Frage, vor allem ein Aufschluß über die Konstitution der fraglichen chemischen Verbindungen hätte sich nur durch ein größeres Arbeitsteam und an anderer Forschungsstätte ermöglichen lassen, also nur unter Verhältnissen, die zu verwirklichen keine Hoffnung bestand.

In die Arbeit teilten sich die beiden Verfasser derart, daß TITSCHACK die biologische Seite der Forschungsaufgabe, also die Durchführung, Beobachtung und schließlich, gestützt auf seine über 30jährige Erfahrung mit Kleidermotten, die diffizile Aburteilung der Versuche übernahm, während die komplizierten chemischen Operationen, die Trennung besonderer Gruppen und die Behandlung der Wolläppchen WODSAK oblag. Auch diesem stand eine chemisch-technisch vorgebildete Hilfskraft zur Seite.

Betrachtet man das aufgeworfene Problem von der chemischen Seite, so sind zu seiner Lösung zwei Wege möglich. Erstens kann man eine Reihe von Lösungen – nach bestimmten Gesichtspunkten ausgewählter – einzelner Substanzen oder von Substanzgemischen im Motten-Fraßversuch prüfen und so versuchen, die Verbindung oder die Verbindungen zu finden, die die Mottenraupen für ihre Entwicklung neben der Wolle benötigen.

Der zweite Weg ist dann der, von solchen Naturextrakten auszugehen, die erfahrungsgemäß die Vollentwicklung der Kleidermotte auf dem Wollstoff sicherstellen. Diese sind so weit von den Ballaststoffen zu reinigen und in der wirksamen Substanz anzureichern, daß man im Idealfalle am Ende eine einzige definierte Substanz erhält, deren Konstitution dann zu ermitteln wäre. Beide skizzierten Wege wurden beschritten.

In jedem Fall trugen wir stets dafür Sorge, daß die Wolläppchen mit den Lösungen peinlichst gleichmäßig durchfeuchtet wurden. Das ließ sich durch kräftiges Kneten in der Flüssigkeit erreichen. Wir vermieden es dann, so hohe Konzentrationen zu gebrauchen, daß die Läppchen nach dem Trocknen verkrusteten und die Wollhärchen von den Räupchen rein mechanisch nicht abgebissen werden konnten. Als Lösungsmittel verwandten wir im allgemeinen Wasser, in seltenen Fällen Alkohol oder andere organische Lösungsmittel. Von solchen, die möglicherweise auf die Motten toxisch wirken, sahen wir natürlich ab, sofern diese beim Trocknen nicht quantitativ verschwanden. Nach dem Tränken trockneten wir die Läppchen an der Heizung und bügelten sie, soweit sie zerknittert waren, damit sie dem Schälchenboden glatt anlagen.

I. Versuche nach der ersten Methode sind bereits von TITSCHACK und SCHMALFUSS durchgeführt worden (1948). In Ergänzung zu den dort angestellten Versuchen und, um diese zu bestätigen, prüften wir noch folgende Substanzen, in der Annahme, daß sie auf den Umsatz der Motte einen Einfluß haben könnten: Einige Eiweiße, wie Albumin, Globulin und Kaseine tierischer und pflanzlicher Herkunft; mehrere Zucker, nämlich Rohrzucker, Milchzucker, Arabinose, Galaktose, Ribose und Xylose; einige Fettsäuren bzw. fettsaure Salze, Kaliumpalmitat, Kaliumoleat, Kaliumstearat, Kaliumlinolenat. Die Lösungen kamen in 0,01, 0,001 und 0,0001 normaler Lösung zur Anwendung. Zum Teil wurden auch Mischungen der genannten Lösungen untereinander, d. h. von Kohlenhydrat, Eiweiß und Fettsäure benutzt.

Ferner prüften wir:

1. Lösungen von Vitamin C und der Vitamine der B-Gruppe einzeln und

in bestimmten Mischungen untereinander: Aneurin, Lactoflavin, Nicotinsäure, Pantothensäure, Folsäure, Biotin, Pyridoxin und Kobalamin.

2. Eine Reihe von Spurenelementen, nämlich Kobalt, Kupfer, Zink, Mangan, Aluminium, Jod und Bor.

3. Zahlreiche Aminosäuren: Glutaminsäure, Glycocoll, Hippursäure, Histidin, Isoleucin, Leucin, Methionin, Phenylalanin, Taurin, Tryptophan, Alanin, Arginin, Asparagin, Betain und Cystein.

4. Einige Substanzen, von denen wir es für möglich hielten, daß sie als Wirkstoffe für die Mottenraupen in Frage kommen: Porphyrine, Harnstoff, Harnsäure, Skatol, Bilirubin, Cholin, Acetylcholin, Colamin, Cholesterin, Ergosterin, Adenin, Adenosin-3-phosphorsäure, Uracil, Xanthin und Thymin. Die Purinderivate wurden besonders sorgfältig allein und in Mischungen untereinander auf ihre Wirkung untersucht, leider nur mit negativem Erfolg.

Erfolglos blieben auch Versuche mit Mischungen einzelner Substanzen aller Gruppen in verschiedenen Kombinationen. Sie vermochten das Wachstum der Raupen auf den Wolläppchen nicht zu fördern. Trotz des negativen Ausfalls unserer Prüfungen in dieser Richtung besteht weiterhin die Möglichkeit, daß die gesuchte Substanz einen Wirkstoff darstellt, der bisher entweder nicht bekannt oder als solcher nicht erkannt worden ist.

II. Nachdem somit die Prüfung von Einzelsubstanzen nicht zum Ziele geführt hatte, blieb nur die Untersuchung natürlicher Produkte übrig. Pflanzliche und tierische Stoffe wurden extrahiert, soweit nicht schon Lösungen vorlagen, und in verschiedenen Verdünnungsstufen auf Wolläppchen gebracht. Es handelte sich um folgende Gruppen:

1. Kartoffeln, verschiedene Obst- und Gemüsearten, Torf, Bakterienkulturen, insbesondere von Zellulosevergärern und Kolistämmen, Hefen.

2. Menschliche Haare, Haare verschiedener Tiere, z. B. Schweineborsten, Federstaub, Rattenhaut, Fischschuppen, Blutserum, Schlachthofblut, Preßsaft aus Tierlebern, Panseninhalt, Fischmehl, Pferdemist.

Gut wirksame Extrakte wurden aus Tierlebern, aus Panseninhalt von Wiederkäuern, vor allem aus Pferdemist und verschiedenen Hefen (Bäckereihefe, ober- und untergärige Bierhefe, sog. Holzzuckerhefe) gewonnen. Die wäßrigen Auszüge der anderen aufgeführten Substanzen waren dagegen ohne bzw. ohne deutlich erkennbare Wirkung. Auch Extraktion mit 0,01 n und 0,1 n Salzsäure oder Natronlauge oder mit 96%igem Alkohol führten nicht zum Ziel. Das überrascht um so mehr, als in einzelnen dieser Ausgangsstoffe der gesuchte wirksame Faktor, im folgenden kurz Faktor x (Fx) bezeichnet, bestimmt enthalten sein muß. Das beweist schon z. B. die Aufzucht von Motten mit geschorenen Rattenhaaren oder auf ungereinigtem Federabfall. Wenn also die wäßrigen Extrakte kein positives Ergebnis brachten, so liegt das zweifellos daran, daß irgendwelche störenden oder hemmenden Faktoren in Erscheinung traten. Beim verwendeten Federstaub erfuhren wir später, daß er „vermilbt und vermottet" war. Hier sind sicherlich aus dem beigemischten Mottenkot – der sonst nicht mitgefressen wird! – größere Exkretmengen in Lösung gegangen und säuerten dadurch beim Tränken die Wolläppchen so stark an, daß das Futter eben ungeeignet wurde. Beim Blut vom Schlachthof mag das gerinnunghemmende Citrat ähnlich gewirkt haben[2]. Ähnliches dürfte bei anderen Ausgangsstoffen mitspielen. Wir erkannten

[2] Titschack und Schmalfuss hatten 1948 reines Taubenblut verwandt.

rechtzeitig aus diesen Vorversuchen, daß nicht jeder der Ausgangsstoffe sich für unsere Arbeit eignete. Nachdem orientierende Versuche, die erwähnten Extrakte über Bolus, Floridinerde, Aluminiumoxyd oder Tierkohle zu chromatographieren, um eine Abtrennung physiologisch störender Substanzen zu erreichen, fehlschlugen, auch ein Aufschluß mit proteolytischen Fermenten oder ein Hydrolysieren durch Temperaturen von 120° C nicht weiterhalfen, konzentrierten wir unsere Bemühungen auf Pferdemist und Bäckereihefe. Nichts war so bequem, jederzeit und in größerer einheitlicher Menge zu beschaffen.

Pferdemistextrakte sind schon früher verwendet worden (Titschack u. Schmalfuss). Wir haben diese Extrakte in der gleichen Weise zubereitet. Der Pferdemist wurde mit gleicher Menge Wasser unter Umrühren ausgekocht und nach dem Erkalten durchgeseiht, die Lösung filtriert und vorsichtig auf dem Wasserbade zur Trockne gebracht. Die so gewonnenen Trokkenextrakte dienten als unbegrenzt haltbares Rohmaterial für die weiteren Reinigungsversuche. Wir gelangten zu gleichfalls wirksamen Produkten, wenn wir den Pferdemist ohne Aufkochen in einer geeigneten Presse abdrückten, filtrierten und ebenfalls zur Trockne brachten (vgl. Titschack 1926, Seite 511). Stets benutzten wir frischen Pferdemist, da dieser bei der Lagerung erheblich an Wirksamkeit verliert. Dagegen war es ohne Bedeutung, ob der Mist von Hengsten oder Stuten bzw. von trächtigen oder nicht trächtigen Stuten stammte. Es ist daher anzunehmen, daß östrogene Stoffe für unseren Mottentest keine Rolle spielen.

Die Hefeauszüge wurden etwa in gleicher Weise hergestellt. Dabei erwies es sich als belanglos, ob man von frischer, im Vakuum bei 40° oder bei normalem Luftdruck bei 105° getrockneter Hefe ausging. Käufliche Hefeextrakte enthielten Fx größenordnungsmäßig in der gleichen Menge. Wir versuchten auch frische Bäckerhefe unter hohem Druck auszupressen, doch fiel die Ausbeute hierbei sehr viel geringer aus. Mit diesen beiden, aus frischem Pferdemist und aus Bäckereihefe gewonnenen trockenen Extrakten führten wir die weiteren Versuche durch.

Die Lösungsverhältnisse von Fx scheinen leicht feststellbar. Fx ist sehr leicht löslich in Wasser, in Säuren und Alkalien, leicht löslich in verdünntem Alkohol, unlöslich in konzentriertem Alkohol und in allen organischen Lösungsmitteln. Werden als Lösungsmittel nichtflüchtige Säuren oder Basen verwendet, so muß man diese vor Ansatz des biologischen Versuches neutralisieren, da die Mottenraupen selbst gegen verdünnte Säuren und Alkalien sehr empfindlich sind und dann jegliches Fressen der Wolle einstellen. Auch beim Neutralisieren entstehende saure Salze beeinträchtigen die Freßlust der Raupen und machen außerdem die Wollgewebe unter Umständen zu hart, so daß sie rein mechanisch von den Raupen nicht angegriffen werden können.

Mit 70%igem Alkohol läßt sich Fx aus den oben beschriebenen rohen, getrockneten Extrakten noch recht gut herauslösen. In 85%igen Alkohol geht dagegen nur noch wenig von dem wirksamen Faktor. Schon hierbei wurden Beobachtungen gemacht, die wir im weiteren Verlauf der Arbeit bestätigen konnten. Mit 85%igem Alkohol mußte mit entsprechend größeren Mengen und gegebenenfalls bei längerer Einwirkungsdauer und erhöhter Temperatur Fx aus den Rohextrakten annähernd quantitativ herauszuholen sein, auch wenn Fx in 85%igem Alkohol nur wenig löslich ist. Doch haben wir bei wiederholten Versuchen auch durch stärkeres Einengen der Endlösungen bzw. durch konzentriertere Ansätze niemals Lösungen von gleich

starker Wirkung erhalten, wie das mit Wasser oder verdünntem Aethanol möglich war. Wir schließen hieraus, daß Fx vielleicht nicht aus einer, sondern aus zwei oder mehr Verbindungen besteht, die erst bei gemeinsamen Vorkommen die volle Wirksamkeit in dem Freßtest entfalten. Vermutlich wird z. B. mit 85%igem Alkohol nur eine Komponente von Fx gelöst, die die von uns beobachtete erheblich verzögerte Wirkung im biologischen Versuch besitzt, mit Wasser werden dagegen alle Komponenten von Fx aus den erwähnten trockenen Rohextrakten extrahiert.

Mit Wasserdampf ist Fx weder aus neutraler noch aus saurer oder alkalischer Lösung flüchtig.

Dagegen erwiesen sich als ausgezeichnet brauchbare Lösungsmittel für Fx wasserfreie Ameisensäure und wasserfreie Essigsäure, die einen erheblichen Anteil von unwirksamen Begleitstoffen ungelöst ließen.

Fx ist ziemlich thermostabil. Mehrstündiges Kochen der wäßrigen Lösung vermochte ihn nicht zu zerstören. Vierstündiges Erhitzen der trockenen Substanz auf 120° C veränderte die Wirksamkeit nicht. Die Lösungen in wasserfreier Ameisen- oder Essigsäure konnten ebenfalls ohne merklichen Schaden für die Wirksamkeit 4 Stunden im kochenden Wasserbad erhitzt werden. Sterilisierte wäßrige Lösungen der rohen Extrakte erwiesen sich noch nach 14 Tagen positiv; möglicherweise bleibt die Wirkung auch noch längere Zeit erhalten, doch wurden entsprechende Versuche nicht durchgeführt. In nicht sterilen wäßrigen Lösungen war Fx nach viertägigem Stehen zerstört; es ist denkbar, daß hierzu das selbstverständlich reichliche Wachstum von Mikroorganismen beiträgt, die vielleicht Fx verbrauchen. Lösungen in Ameisen- oder Essigsäure ließen sich ohne Verlust der Wirksamkeit lange Zeit aufbewahren.

Wir konnten sterile wäßrige Lösungen 14 Tage unter einem Wasserstoffdruck von 2,5 Atm. in entsprechenden Druckgefäßen aufheben, ohne daß die Wirksamkeit der Lösung nachließ. Auch bei Zusätzen von 0,5 % Wasserstoffsuperoxyd blieb die Lösung 5 Tage positiv. Dabei wurde das verbrauchte Wasserstoffsuperoxyd durch regelmäßige Zusätze ergänzt und die Konzentration stets bei 0,5 % gehalten. Bei einer Konzentration des Wasserstoffsuperoxyds von 1,5 % war Fx innerhalb von 48 Stunden zerstört. Gegen Oxydationsmittel scheint demnach Fx einigermaßen empfindlich zu sein, ist jedoch gegen Wasserstoff als Reduktionsmittel widerstandsfähig.

Die Lösung ist auch gegen die Einwirkung von Natriumnitrit empfindlich: Wenn wir eine wäßrige Lösung bei einem ph-Wert von 4 auf eine Konzentration von 0,5 % Natriumnitrit brachten, dann nach 24 Stunden das noch vorhandene Natriumnitrit mit Harnstoff entfernten und die Lösungen wiederum neutralisierten, so verloren diese ihre Wirkung im Mottentest völlig.

Zusatz von Ammoniak blieb dagegen ohne Einfluß auf die Wirksamkeit. Es mußte nur Sorge getragen werden, daß das Ammoniak vor dem Ansetzen der Motteneier aus der Wolle völlig verschwunden war.

Die weitere Aufgabe bestand nun darin, aus den Rohextrakten die nicht wirksamen Begleitstoffe zu entfernen und den wirksamen Faktor oder die wirksamen Faktoren in geeigneter Weise anzureichern. Auf diesbezügliche Möglichkeiten ist bereits oben im Zusammenhang mit der Herstellung der Extrakte hingewiesen worden. Durch Zusätze von Alkohol, Ammoniak und von Säuren läßt sich ein Teil der unwirksamen Begleitstoffe beseitigen. Eine sehr gute und wirksame Anreicherung von Fx und Abtrennung von Begleitstoffen gelingt mit Hilfe der Dialyse. Wir benutzten hierzu den Elektro-

dialysator von Brinzinger, der eine schnelle und wirksame Dialyse ermöglicht. Da uns nur Kupfer- und keine Platinelektroden zur Verfügung standen, dialysierten wir saure Lösungen ohne Stromdurchgang. Die Dialyse wird dadurch zwar um mehr als die doppelte Zeit verlängert, doch vermieden wir so, in die dialysierten Lösungen Kupferspuren einzuschleppen, die das biologische Bild verschieben können. Als Membran eignete sich in gleicher Weise ein Kunstdarm, ein sog. Naturindarm, wie ein Dialysierschlauch Cuprophan der Firma Bemberg-Zellglas von 0,01 mm Dicke (15 g/qm).

Zur Dialyse gelangten meist schwach mineralsaure, zuweilen aber auch neutrale Lösungen und in einigen Fällen Lösungen in konzentrierter Essigsäure. Diese Untersuchungen ergaben, daß Fx nicht dialysierbar ist und im Rückstand verbleibt.

*1. Reinigungsstufe.* Die in den Dialysierschläuchen zurückbleibenden Lösungen wurden jeweils stufenweise eingeengt. Die in den verschiedenen Stufen ausfallenden Substanzen zeigten keinerlei Wirksamkeit. Der wirksame Faktor verblieb vielmehr in dem Eintrocknungsrückstand, der bei Pferdemist eine hellbräunliche, bei Hefe als Ausgangssubstanz eine sehr schwach gelbliche Substanz darstellt.

Die Dialysenrückstände wurden auf ihren Mineralstoffgehalt (Veraschung bei 500° C) und Gehalt an Stickstoffsubstanzen (Stickstoffbestimmung nach KJELDAL) untersucht. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht der erhaltenen Werte gegenüber den Ausgangssubstanzen, d. h. gegenüber den trockenen Rohextrakten aus Pferdemist und der trockenen Bäckereihefe.

| | Asche | | Stickstoff | |
|---|---|---|---|---|
| | Grenzwerte | im Mittel | Grenzwerte | im Mittel |
| Dialysenrückstand aus Hefe aus Pferdemistextrakt | 24,3 –26,3 % | 25,3 % | 2,8–4,1 % | 3,45 % |
| Rohextrakt aus Pferdemist | 34,2 –44,4 % | 39,3 % | 3,1–4,0 % | 3,55 % |
| Dialysenrückstand aus Hefe | 20,7 –24,5 % | 22,6 % | 2,8–3,0 % | 2,9 % |
| Bäckereihefe (Trockenhefe) | 0,88– 1,22 % | 1,05 % | 7,0–8,4 % | 8,2 % |

Die Zahlen zeigen, daß beim Dialysieren von Pferdemistextrakten der Gehalt des nicht dialysierbaren Anteils an Mineralstoffen abnimmt, während die Stickstoffwerte ungefähr gleich bleiben. Im Dialysenrückstand von Hefe hat dagegen der Gehalt an Mineralstoffen, verglichen mit der Ausgangssubstanz, ganz erheblich zugenommen, der Gehalt an Stickstoffsubstanz dagegen abgenommen. Die Ausbeute an nicht dialysierbarem Anteil (1) beträgt in beiden Fällen etwa 6–8 % der Ausgangssubstanz, natürlich immer auf Trokkensubstanz berechnet.

*Reinigen durch Ausfällen.* Diese Dialysenrückstände (1) benutzten wir nun als erste angereicherte Stufe für die weiteren Reinigungsversuche auf dem Wege zur Isolierung des reinen Fx. Eine Auftrennung in verschiedene Fraktionen durch Umkristallisieren war weder aus Wasser, noch aus Alkohol möglich. Doch ließ sich durch Umfällen aus Eisessig eine weitere Abtrennung von Ballaststoffen erreichen. Wurde nun versucht den Dialysenrückstand bei der Temperatur des kochenden Wasserbades in Eisessig zu lösen, so blieb ein kleiner Teil ungelöst, der keine Wirksamkeit zeigte. Beim Abkühlen der Lö-

sung fiel ferner nach eintägigem Stehen im Kühlschrank eine zähe, klebrige Masse – wenn Pferdemist als Rohstoff diente bzw. eine amorphe, pulverige Substanz bei Hefe – aus. Diese Substanzen hatten keinerlei biologische Wirksamkeit. Der Fx befand sich in der Eisessiglösung.

Die Menge des Niederschlages erhöhte sich, wenn die Eisessiglösung mit der zehnfachen Menge Wasser versetzt und ebenfalls einen Tag in den Kühlschrank gestellt wurde. Auch jetzt waren die ausfallenden Substanzen nach dem Lösen in Eisessig und Tränken der Läppchen völlig negativ; die wirksame Substanz verblieb wieder in der Lösung (2).

*Reinigen durch Alkohol.* Engten wir diese Fx enthaltende Lösung (2) etwa auf den zehnten Teil ein, und setzten wir jetzt die zehnfache Menge Alkohol zu, so erhielten wir einen mengenmäßig nicht sehr starken Niederschlag. Dieser reagierte aber, wieder in Wasser gelöst, in unserem Mottentest stark positiv. Die verbleibende Mutterlauge erwies sich dagegen nur sehr verzögert positiv, blieb auch so nach erheblichem Konzentrieren. Das deutet vielleicht darauf, daß es sich nicht um Reste der wirksamen Substanz handeln kann, die durch Alkohol nicht quantitativ ausgefällt waren, und wirft die Frage auf, ob durch die Alkoholtrennung zwei bisher zusammenwirkende Faktoren getrennt wurden. In den durch Alkohol gefällten Niederschlag müßte dann allerdings, durch Adsorption an den Niederschlag mitgerissen, ein nennenswerter Anteil des zweiten, durch Alkohol an sich nicht fällbaren Anteils gelangt sein. Eine Reinigung dieser Substanz etwa durch Lösen in Wasser oder Eisessig und wieder Ausfällen mit Alkohol vermochte deren Wirksamkeit zu verbessern, doch war eine solche Reinigung mit erheblichen Verlusten verbunden, ohne daß sie zu einer auch nur einigermaßen einheitlichen Substanz geführt hätte. Die Mutterlauge der Umfällung reagierte jedenfalls negativ.

*Reinigen durch Aceton.* Fx läßt sich aus den wäßrigen Lösungen (2) auch mit der zwanzigfachen Menge Aceton ausfällen. Die Ausbeute an Niederschlag ist dabei mengenmäßig etwas größer als bei der Ausfällung mit Alkohol. Doch kann man daraus noch keine Rückschlüsse über die Menge an wirklich vorhandenem Fx ziehen.

Diese Fällung mit Alkohol oder Aceton war die *zweite* Anreicherungsstufe des gesuchten Fx. Sie ist sowohl mit den Dialysenrückständen aus den Pferdemistextrakten wie aus Hefe darstellbar. In der Stärke der Wirksamkeit unterscheiden sich diese beiden Substanzen anscheinend nicht voneinander. Doch konnten wir nur ganz ungefähre Bestimmungen über die Stärke der Wirksamkeit durchführen. Wir gingen jeweils von einer 1%igen wäßrigen Lösung aus, die in einer Verdünnungsreihe immer wieder im Verhältnis von 1:1 mit Wasser verdünnt wurde. Die Ergebnisse sind dabei nicht einheitlich. Im Durchschnitt scheint bei beiden Substanzen die Grenze der Wirksamkeit zwischen der 4. und 5. Verdünnungsstufe, d. h. etwa bei einer Konzentration von 0,06 bis 0,12 % zu liegen.

Bei den trockenen Rückständen dieser Reinigungsstufe handelte es sich um amorphe, pulvrige, bei Pferdemist als Rohstoff bräunliche, bei der aus Hefe gewonnenen Fraktion gelbe Substanzen, die sich in Wasser, Eisessig, Ameisensäure, verdünnten Mineralsäuren und Alkalien klar und ohne Rückstand lösten, in Alkohol und den üblichen organischen Lösungsmitteln dagegen unlöslich waren. Doch ließ sich durch Fällung der wäßrigen oder eisessigsauren Lösung mit Äther keine weitere Abtrennung von Ballaststoffen erzielen. Der durch Äther ausgefällte Extraktanteil enthielt zwar den wesent-

lichen Teil von Fx, die verbliebenen Mutterlaugen reagierten in diesem Falle aber verzögert positiv. Es blieb dann immer dasselbe Bild, daß durch eine stärkere Konzentrierung dieser Mutterlaugen keine stärkere Wirkung im Mottentest erreicht werden konnte.

Da diese Reinigungsversuche somit keine weitere Klärung erwarten ließen, griffen wir wieder zurück auf die getrockneten Dialyserückstände der ersten Reinigungsstufe (1) und bemühten uns, eine zweite Reinigungsstufe auf folgende Weise zu erreichen.

1 g des trockenen Dialyserückstandes wurde in 20 ccm Wasser 30 Minuten auf dem kochenden Wasserbade am Rückflußkühler erhitzt und die Lösung von dem Rückstand durch Filtrieren oder Zentrifugieren getrennt. Die klare Lösung versetzten wir zunächst mit kleinen Mengen einer 10%igen Bleiazetatlösung, die zur vollständigen Ausfällung der durch Bleiazetat fällbaren Verbindung nicht ausreichten. Nach Abfiltrieren der ziemlich reichlichen Niederschläge erwies sich die Lösung dann noch bleifrei. Fx war in der Lösung geblieben. Bei Zusatz von größeren Mengen von Bleiazetat, durch die alles ausfiel, was sich durch Bleiazetat fällen läßt, verlor die Lösung stark an Wirksamkeit. Selbstverständlich mußte der Überschuß an Blei beseitigt werden, da die Mottenraupen gegen Spuren von Blei empfindlich sind. Das geschah durch Einleiten von Schwefelwasserstoff. Das gebildete Bleisulfid wurde abfiltriert, die Lösung durch Erwärmen und Einleiten von Kohlensäure wieder vom Schwefelwasserstoff befreit. Die Lösung blieb jedoch auch bei starker Einengung negativ. Möglicherweise wird Fx vielleicht nicht durch die letzten Anteile des zugefügten Bleiazetats ausgefällt, sondern durch das gebildete Bleisulfid mitgerissen. Wir versuchten daher eine Entfernung des überschüssigen Bleies statt durch Schwefelwasserstoff durch Ausfällen mit der gerade ausreichenden Menge Schwefelsäure zu erreichen. Einen Überschuß an Schwefelsäure entfernten wir vorsichtig mit Barytwasser. Auf diese Weise erhielten wir Lösungen, die wieder nur die stark verzögerte, schwach positive Wirkung hatten.

Es erschien aussichtsreich, den gebildeten Bleisulfidniederschlag näher zu untersuchen. Durch Wasser, Alkohol, verdünnte Säuren oder verdünnte Alkalien, durch Eisessig oder wasserfreie Ameisensäure war aus dem Bleisulfid kein etwa von diesem absorbierter Fx abzulösen, weder in der Kälte noch in der Wärme.

Wir verwendeten viel Zeit darauf, Fx chromatographisch zu reinigen. Zunächst wurde versucht, die wäßrige Lösung, die Fx enthielt, mit Tierkohle zu schütteln bzw. durch eine Säule von aktiver Tierkohle zu filtrieren. Das Ergebnis war in beiden Fällen negativ. Fx blieb in der Tierkohle und ließ sich daraus in keiner Weise eluieren, weder durch kaltes oder heißes Wasser, durch verdünnte Säuren oder Alkalien, durch Pyridin oder Eisessig. Wir vermuten, daß Fx durch die aktive Kohle zerstört wird.

Auch mit anderen chromatographisch oft verwendeten Substanzen, wie Aluminiumoxyd, Magnesiumoxyd, Puderzucker, Floridinerde, Bleicherde, Bolus und Calciumcarbonat erzielten wir unter Verwendung verschiedener Eluiermittel kein besseres Ergebnis. Zuweilen allerdings ergaben sich kleine Teilerfolge. So wurde z. B. bei der Chromatographie einer mit 50%igem Alkohol hergestellten Lösung des Dialysenrückstandes durch eine Säule von Aluminiumoxyd Fx durch Alkohol der gleichen Konzentration eluiert. Einige abgetrennte Huminstoffe verblieben in der Säule. Eine entscheidende Auf-

trennung war aber nicht möglich. Immerhin erhielten wir hierdurch eine fast farblose Lösung des Fx.

Versuche, Fx in reiner Form papierelektrophoretisch anzureichern oder von Ballaststoffen zu befreien, führten nicht zum Ziele. Das lag aber wohl daran, daß in der verwendeten Apparatur sich nur wenige Tropfen der Lösung verarbeiten ließen, die für den Nachweis nicht ausreichen konnten. Wir würden es für aussichtsreich halten, die Versuche der elektrophoretischen Anreicherung zu wiederholen.

Die Isolierung des Fx gelang also nicht. Immerhin ist aber der gesuchte Nahrungs- oder Wirkstoff gegenüber dem rohen, eingetrockneten Extrakt aus Pferdemist bzw. gegenüber dem trockenen Hefe-Extrakt auf etwa das 200- bis 250fache angereichert.

## Zusammenfassung

Nachdem feststand, daß textilmäßig verarbeitete reine Wolle zur Aufzucht von Kleidermottenraupen nicht ausreicht, versuchten die Verfasser zu klären, welche chemischen Stoffe der Wolle hinzugefügt werden müssen, damit sich darauf Motten entwickeln können. Geprüft wurden zu diesem Zwecke im Tierversuch

1. einzelne, nach bestimmten Gesichtspunkten ausgewählte chemische Körper, wie z. B. Eiweiße, Zucker, Fettsäuren, Vitamine, Spurenelemente, Aminosäuren usw.
2. verschiedene Substanzgemische tierischer und pflanzlicher Herkunft.

Während alle Versuche zu Punkt 1 negativ verliefen, fand sich unter den Substanzgemischen eine Reihe Aufschwämmungen bzw. Lösungen, die, auf reine Wolle gebracht, diese in ausreichende Mottennahrung verwandelten. Am brauchbarsten erwiesen sich Extrakte aus Pferdemist und Hefe, die die Verfasser chemisch weiter verarbeiteten, aufspalteten und deren Teilprodukte sie einzeln daraufhin untersuchten, ob in ihnen die wirksame Substanz noch enthalten wäre oder fehle. Es ließ sich der gesuchte Wirkstoff gegenüber den Ausgangsstoffen auf etwa das 200- bis 250fache anreichern und in seinen chemischen Eigenschaften weitgehend präzisieren.

## Summary

After it was found that pure wool processed for textile purposes was not suitable for rearing clothes moth larvae, the author attempted to find what chemicals must be added to enable the moths to develop. Both single substances selected from various points of view, such as egg albumen, sugar, fatty acids, vitamins, trace elements, amino acids etc. and various mixtures of animal and vegetable materials were tested.

Although all the tests with single substances gave negative results, suspensions or solutions of some of the mixtures turned the wool into a good larval food. The most useful materials were extracts of horse dung and yeast and these were further treated chemically and their components studied to find the active ingredient. The active ingredient was concentrated about 200–250 times compared with the original material and its chemical properties were largely defined.

## Literatur

Titschack, E., 1922: Beiträge zu einer Monographie der Kleidermotte, *Tineola biselliella* Hum. Zeitschr. f. techn. Biologie, Bd. X, Heft 1/2, S. 1–168.

Titschack, E., 1926: Untersuchungen über das Wachstum, den Nahrungsverbrauch und die Eierzeugung. II. *Tineola biselliella* Hum. Gleichzeitig ein Beitrag zur Klärung der Insektenhäutung. Z. w. Z., Bd. 128, H. 3, S. 509–569.

Titschack, E. und Schmalfuss, H., 1948: Was befähigt die Kleidermotte, Wolle zu verwerten? Biochem. Zeitschr. 318. Bd., 4/5. H., S. 393–400.

# Carl Börner

## Naturwissenschaftliche Arbeiten 1900–1950

(Mit einem Nachwort von W. Speyer)

Mit Beginn des Alters schenkt uns die Natur das Glück der Gelassenheit zu Lob und Tadel über das eigene Lebenswerk. Die Kräfte lassen nach, ob man es sich eingesteht oder nicht. Sich in das Unvermeidliche fügend, erkennt man, daß Wünsche und Taten, Pläne und Leistungen nicht dem Ideal entsprechen, das man sich in jungen Jahren gesetzt hatte. Sollte es mir anders ergangen sein? Was wurde geplant und gelangte nicht zur Ausführung, was wurde begonnen und nicht vollendet, was blieb dem Irrtum verhaftet, was wird Bestand haben? Noch in der Abwehr einer virösen Erkrankung stehend, hielt ich, aus vollem Schaffen herausgerissen, Rückschau auf den eigenen Weg. Ich brachte die mir wesentlich erscheinenden Gegebenheiten zu Papier. Mögen darin Kämpfe und Irrungen eine vielleicht zu starke Betonung gefunden haben, aber gerade sie erheischen Aufklärung und Läuterung, die das Werk ergänzen müssen. In diesem Sinne möge die folgende Vita wohlmeinender Aufmerksamkeit begegnen.

Aus jungenhaften sammlerischen Interessen (Insekten, Pflanzen) erwuchsen Reisewünsche, Famulusdienste im Naturhistorischen Museum der Vaterstadt Bremen. Die Lektüre der Schriften von Alexander v. Humboldt, Darwin und Haeckel und des Pflanzenlebens von Kerner v. Marilaun stärkten die Sehnsucht des Gymnasiasten, selbst Naturforscher zu werden. Ostern 1899 wurde der Mulus bei der Alma Mater Marpurgensis immatrikuliert. Für Botanik und Zoologie gleich begeistert, führte ihn die erste, gleich beim Antestat für Botanik erlebte Enttäuschung zu Korschelt, dessen großangelegte und tiefschürfende vergleichende Anatomie und Embryologie ihm bald alles geben sollte, was die damalige Zoologie dem wissensdurstigen Studenten zu geben vermochte. Neben Zoologie und Botanik hörte ich Geologie, als Pflichtfach auch Philosophie und, von kleineren Kollegs abgesehen, leider nur zwei Semester Chemie.

Korschelt verdanke ich zwei Stipendiatreisen nach Süditalien (1900 und 1902) zur Beschaffung von Untersuchungsmaterial für meine Dissertation über *Koenenia*. Die vielfältigen Reiseeindrücke haben mir im Erleben des fremden Volkes, seiner herrlichen Natur und seiner Schätze des klassischen Altertums Großes gegeben und sind bis heute vor den Eindrücken meiner späteren Reisen in Deutschland, nach der Schweiz, nach Österreich, Ungarn, Siebenbürgen, Schweden, Holland, Frankreich, Spanien und Portugal mit Madeira nicht verblaßt.

Mein ursprüngliches Dissertationsthema wurde zu einer monographischen Studie über die Anatomie der Pedipalpenordnung der Arachniden erweitert, sie erschien 1904 in der Zoologica. In Italien fand ich die erste Tuchfühlung zu den Apterygoten. Ich entdeckte daheim neue Arten und gab dem System der Collembolen ein neues Gesicht. Über diese vornehmlich systematischen Arbeiten gelangte ich zu einer vergleichenden Betrachtung der Extremitäten der gesamten Arthropoden (1903), die mich in der Folge noch lange Jahre gefesselt hat. Die ersten Proturen bekam ich 1909 in der Umgebung von Frankfurt/M. zu Gesicht. Und obwohl ich Korschelt die Enttäuschung

nicht ersparen konnte, daß diese eigenartigen Apterygoten nicht von mir bei Marburg, sondern von SILVESTRI in Italien entdeckt worden sind, glaube ich doch meinerseits einen nicht unwichtigen Beitrag zur Kenntnis der Proturen durch ihre stammesgeschichtliche Annäherung an die Collembolen geleistet zu haben (1910). Über *Thaumatoxena* bin ich 1904 zu Fall gekommen. Der Heteropteren-Spezialist BREDDIN sah dieses termitophile Dipteron als Rhynchot an und gewann mich zur Mitbeschreibung desselben. Indessen fühlte ich mich wenig zuständig bei Aufstellung meiner *Conorrhyncha* und konnte leider erst 1907 diesen Mißgriff öffentlich widerrufen.

Meine Studien über die Extremitäten der Arthropoden nahmen unterdessen ihren Fortgang. Auf Anregung von LANG-Zürich faßte ich die Ergebnisse für sein Handbuch der Morphologie zusammen. Mein Beitrag wurde 1914 gedruckt, erschien aber, leider unverändert, erst 1921 ohne vorherige Rückfrage bei mir. So war mir die Möglichkeit genommen, PHILIPTSCHENKOS Schrift über die Kopfgliederung der Apterygoten zu berücksichtigen und die Frage der „Maxillulen", die ich im Anschluß an HANSEN und FOLSOM als Extemitätenrudimente aufgefaßt hatte, neu darzustellen. Ich erwähne dies im Hinblick auf einen diesbezüglichen Vorwurf von HANDLIRSCH. Die späteren vortrefflichen Forschungen von SNODGRASS haben an meine Arbeiten geknüpft, und dieser Forscher hat das Werk vollendet, welches mir selbst vorgeschwebt hatte, das ich aber infolge Bindung an ganz andere berufliche Aufgaben nicht mehr ausführen konnte. Ich gewann jedoch damals wichtige Einsichten in die Stammesgeschichte der Arthropoden und der Insekten, die heute noch aktuell geblieben sind. Es ist mein stiller Wunsch, hierzu selbst noch einmal das Wort ergreifen zu können.

Bei meinen morphologisch-anatomischen Untersuchungen hatte ich von vornherein die Larvenformen der Insekten berücksichtigt, in deren primitiven Gestaltungen ich phylogenetische Urstufen erblickte. Der Vergleich mit den Crustaceen war hier besonders förderlich. In Übereinstimmung mit dem großen österreichischen Entomologen F. BRAUER leitete ich die Metamorphose der Fluginsekten aus ihrer Abstammung von den Apterygoten her, betrachtete aber nicht *Campodea*, sondern die Ectotrophen *(Machilis* und *Lepisma)* als Vorstufe der Pterygoten. Aus dieser These ergab sich dann, daß das erste postembryonale Stadium auch bei den Pterygoten einen primär flügellosen Zustand darstellt, der mit Fortschreiten der imaginalen Differenzierung zur Entwicklung aller sekundären Larvenformen geführt hat. Meine Entdeckung der Apterygoten-Mandibel der Ephemeriden gab dieser Theorie eine neue Stütze. Sie führte mich zu einer neuen Gruppierung der niederen Fluginsekten, deren wichtigster Gedanke die Loslösung der Ephemeriden von den übrigen Fluginsekten als einer die Apterygoten und die höheren Pterygoten verbindenden Ordnung war, die in ihrer Organisation und Metamorphose erdgeschichtlich vor die Palaeodictyopteren zu stellen sei, welch letztere HANDLIRSCH zum Prototyp der Fluginsekten erklärt hatte. Ich stellte für die Ephemeriden die Überordnung der Archipterygoten auf und faßte die übrigen Pterygoten als Metapterygoten zusammen (1909). In der Subimago der Ephemeriden erkannte ich ein echtes Imaginalstadium, welches (entgegen HEYMONS) nicht mit der Nymphe der Holometabolen zu homologisieren ist, aber zeigt, daß die ersten Fluginsekten ebenso wie Cruster, Myriapoden und Apterygoten sich auch nach Erlangung der endgültigen Gestaltung noch zu häuten vermochte. Ich bezeichnete diesen Primär-

typ der Insektenmetamorphose als Archimetabolie. Auf dieser baut sich durch Unterdrückung des Subimaginalstadiums die Hemimetabolie, auf letzterer durch Umformung der imaginalen oder larvalen Mundwerkzeuge die Holometabolie auf, deren Nymphenstadium wegen der Notwendigkeit der Umformung der larvalen in die imaginalen Mundteile ein die Flügelentwicklung vorbereitendes Ruhestadium werden mußte, deswegen aber nicht etwa selbst der Subimago der Ephemeriden, sondern dem letzten Nymphenstadium der hemimetabolen Insekten entspricht. Ich habe damals (1909/10) mehrere Sondertypen der Metamorphose der Fluginsekten beschrieben und zuletzt die ontogenetischen Begriffe der Verwandlungstypen in die morphologisch-phylogenetischen Gruppenbegriffe der *Homognatha* oder Gleichkiefler und *Heterognatha* oder Wechselkiefler übergeführt (seit 1920 in Brohmers Fauna von Deutschland). Die Maske der Libellenlarven fand ich in allen Einzelheiten bei den Imagines der Libellen wieder und ordnete dadurch deren Metamorphose der Hemimetabolie wieder ein. Auch die polymetabolen Vorgänge der Verwandlung der Cocciden-Männchen fanden Unterkunft im weitgespannten Rahmen der Hemimetabolie, ihre beiden Ruhestadien sind keine Ruhestadien im Sinne der Holometabolen-Nymphe.

Während dieser Studien beschäftigte mich auch mehrfach die Frage, ob die Larven oder die Imagines die wichtigeren Gesichtspunkte für die phylogenetische Gliederung der Insektenordnungen abgeben oder ob man den geschichtlichen Differenzierungsprozessen besser durch eine elastische Kombination beider taxonomischer Prinzipien zu folgen vermöge. Als hemimetabole Studienobjekte sollten mir die Aphiden dienen, Lepidopteren und Hymenopteren als solche der Holometabolen.

Bei den Hymenopteren schienen die Verhältnisse insofern klar zu liegen, als die Larven der Phytophagen Brustbeine besitzen, die Larven der Terebrantier und Aculeaten dagegen nicht. Dem letzteren Typ gab man die Wespentaille als Imaginalmerkmal zur Seite, dem ersteren die breite Abdominalbasis der Imagines. Aber diesem Prinzip wollte sich *Oryssus* nicht unterordnen, denn er hatte weder die Wespentaille noch die Larve Brustbeine, obendrein war seine Larve ein Parasit bei Käferlarven. Wie schon oft, sollten auch hier die Mundwerkzeuge den Ausschlag geben. Ich fand, daß sich die Phytophagen von den übrigen Immen ganz einheitlich durch das imaginale Labium unterscheiden; es wird bei ersteren hängend getragen und kann nicht eingeklappt werden, während letztere Fähigkeit gerade Parasiten und Stechimmen charakterisiert. *Oryssus* erwies sich danach als echter Parasitenvertreter, und es ist ganz abwegig, für ihn eine selbständige Unterordnung *(Idiogastra)* aufzustellen, zumal sich *Oryssus* auch sonst den Parasiten, insbesondere den Braconiden, anschließt. Aber das Fehlen der Wespentaille? Nun, es zeigte sich, daß auch die Phytophagen mancherlei Unterschiede in der Art der Verbindung von Brust und Hinterleib bieten, dies Merkmal also an zweite Stelle rücken muß. Ich vertiefte mich in die Familienmerkmale der übrigen Hymenopteren und stieß auf mancherlei Überraschungen. Ich erkannte, daß die Bienen nicht Abkömmlinge der Grabwespen sein können, wie man seither angenommen hatte, sondern daß sie sich an die ameisenartigen Hautflügler anschließen lassen. Ferner gelang es mir, auf Grund des Feinbaues der Mundwerkzeuge die Kuckucksbienen auf mehrere Sammelbienengruppen zu verteilen und auf solche Weise ein ein-

heitliches Bienensystem aufzustellen (1920). Ich gedenke, auch hierzu selbst noch ausführlichere Mitteilungen herauszugeben.

Das Ableben von LAMPERT, dem ersten Bearbeiter der Lepidopteren in BROHMERS Fauna von Deutschland, brachte mir die unerwartete Aufgabe, in der zweiten Auflage des Werkes den Abschnitt der Schmetterlinge neu zu bearbeiten (1920). Ich kannte damals wohl ein gut Teil Raupen und Puppen der Lepidopteren, aber die Imagines enthielten für mich noch zahlreiche ungelöste Rätsel. Ich konnte daher in jener Auflage der Fauna nur eine Kombination aus den Werken von PACKARD und SPULER und eigenen Beobachtungen geben, die mich wenig befriedigte. Auf die wichtigen Schriften von PETERSEN (1900/09) und EGGERS (1911/1919) zurückgreifend, begann ich mich eingehender mit der Anatomie der Imagines zu beschäftigen. Ich studierte die Tympanalorgane in ihrer Bedeutung für System und Phylogenie der Falter, beschränkte mich dazu aber auf die äußere Gestaltung der Organe. Den Flügelsystematikern gab ich durch Entdeckung des Stachelkammes am Schulterblatt der Vorderflügel und des „Eulenkammes" auf der Basis der Analader der Vorderflügel der Noctuiden neue Impulse.

Der entscheidende Schritt aber lag in der Aufstellung der beiden neuen Unterordnungen der *Mono-* und *Ditrysia* nach dem Bau der weiblichen Geschlechtsorgane, hier die älteren grundlegenden Befunde PETERSENS (1900) systematisch-phylogenetisch abklärend. Das alles geschah zur 3. Auflage von BROHMERS Fauna (1925). Mit der 4. Auflage des Werkes (1932) führte ich erstmalig Feinmerkmale der Sinnesorgane des Rüssels und Lippentasters der Falter in die leptidopterologische Systematik ein und baute diese in der 5. Auflage (1944) weiterhin aus. Eine Einführung in mein Lepidopterensystem trug ich auf dem Internationalen Entomologenkongreß Berlin 1938 vor. Meine Arbeiten haben neuerdings auch das Ausland auf den Plan gerufen, das sich jetzt auch an der Diskussion über die Stammesgeschichte der Lepidopteren beteiligt.

Mein Eintritt in die Biologische Abteilung des Kaiserlichen Gesundheitsamtes, der späteren Biologischen Reichs- und jetzigen Zentralanstalt, brachte mir zunächst die Beschäftigung mit vielerlei für mich damals neuen Aufgaben der Angewandten Zoologie (ab 1903). Mir erwuchs daraus der unschätzbare Gewinn, daß ich unter der Anleitung RÖHRIGS mit vielen Schädlingen der Land- und Forstwirtschaft persönlich bekannt wurde und mich auch in die volkswirtschaftlich wichtige Aufgabe des Pflanzenschutzes durch praktische Mitarbeit im Feld wie in der Verwaltung einfühlen konnte. Meine Gedanken strebten schon damals dem Ziel zu, die Verwaltung zum Nutzen des Volkes zu gestalten, und ich bin diesem Grundsatz während der ganzen Dauer meiner amtlichen Laufbahn treu geblieben.

Es entstanden in jener ersten Zeit einige kleine Beiträge angewandten Inhaltes, ohne inneren Zusammenhang, aus der Tagesarbeit des Assistenten geboren. Aber schon bald konzentrierte sich mein Interesse auf die Pflanzenläuse und unter diesen ganz besonders auf die gallenbildenden Tannenläuse, die heutigen Adelgiden. Durch den dienstlichen Auftrag, die seit langem laufenden Forschungen von JACOBI zur Bekämpfung der Blutlaus fortzuführen, erweiterte sich das selbstgewählte Thema. Schon damals tauchte die Frage nach dem Holozyklus der Blutlaus auf; sie führte zu mancherlei Versuchen, die aber mangels ausreichender Kenntnis in der Biologie und Systematik der Blattläuse anfangs nicht von der Stelle kamen. Erst mit der Ent-

deckung des Wirtswechsels einer nordamerikanischen Verwandten der Blutlaus zwischen dem Kernobst und der amerikanischen Ulme durch PATCH (1913) wurden neue Forschungswege geöffnet. Nach anfänglicher Zustimmung zu der auf die echte Apfelblutlaus bezogenen Entdeckung von PATCH gelangte ich schließlich zu der Überzeugung, daß die amerikanische Forscherin ihre Übertragungsversuche nicht mit der Apfel-, sondern mit der Dornblutlaus *Eriosoma crataegi* durchgeführt hatte, und begründete meine Ansicht ausführlich (1931/32). Ich lehnte die aus dem negativen Verhalten der europäischen Blutlaus auf *Ulmus americana* von MARCHAL und SCHNEIDER-ORELLI entwickelte Ansicht ab, daß die Blutlaus in Europa die Fähigkeit zur Gallenbildung auf der amerikanischen Ulme verloren habe, und wurde hierin durch die späteren Untersuchungen von HERIOT in Canada (1938) in vollem Umfange bestätigt.

Meine in Dahlem begonnenen Arbeiten über die Adelgiden (Chermiden) beendete ich 1908 mit einer monographischen Studie, in der ich mich an DREYFUSS anschloß und die „biologischen Arten" CHOLODKOWSKYS ablehnte. Aber des letzteren Kritik rüttelte mich auf und ließ mir keine Ruhe, um dem bedeutenden russischen Forscher und Faust-Übersetzer künftighin gerecht zu werden. Ich wurde behutsamer im biologischen Experiment und nahm mir vor, das Gesamtgebiet der Aphidologie zu bearbeiten, womit ich anfangs jedoch nur langsam vorwärts kam. Was ich aber damals zur Morphologie und Systematik der Chermiden vorgetragen hatte, behielt Bestand, auch die von mir entdeckten Überwinterungslarven der Adelgini und ihre intraovine Determinierung erwiesen sich als stichhaltig, damit zugleich auch meine Kreisschlüssel, deren ersten Entwurf ich 1907 veröffentlicht hatte. In der rein parthenogenetischen Fortpflanzung einiger nur virginogen bekannter Chermidenarten stimmte ich mit CHOLODKOWSKY überein, aber hier war das biologische Zuchtergebnis durch morphologische Kriterien ergänzt. Da ich diese Ergänzung bei CHOLODKOWSKYS fundatrigenen „biologischen Arten" vermißte, beharrte ich auf der von DREYFUSS begründeten Lehre der „Parallelreihen". Ein Zuchtversuch mit dem monözischen *Chermes abietis* (1908) schien mir Recht zu geben, und die neueren Forschungsergebnisse von SCHNEIDER-ORELLI und Mitarbeitern (1938) deuten in dieselbe Richtung. Vielleicht liegen hier auch jetzt noch Rätsel vor uns, deren Lösung beiden Erklärungsversuchen ein Körnchen Wahrheit zubilligen wird. Die Seltenheit des heterözischen Verhaltens der fundatrigenen Fichten-„Arten" trennt diese von den heterözischen Fichten-Lärchen-„Arten", jedoch gewiß im Sinne der Theorie von CHOLODKOWSKY.

Meine vorstehend erläuterten Studien und der Erfolg, die sehr schädliche Tannentrieblaus mit einer selbstgebrauten Tabaksspiritusseifenbrühe zu bekämpfen, veranlaßten wohl den damaligen Direktor der Kaiserlichen Biologischen Anstalt, Geheimrat Dr. ADERHOLD, mich an die neu gegründete erste Außenstation bei Metz-Ulmenweiler zur Erforschung der Biologie und Bekämpfung der Reblaus zu entsenden. Ich wurde mit dieser neuen Aufgabe dem Leiter des chemischen Laboratoriums in Dahlem, Geheimrat Dr. MORITZ, unterstellt, der sich über meine von Anbeginn selbständig durchgeführten Arbeiten allsommerlich an Ort und Stelle Bericht erstatten ließ und daran nicht nur regstes Interesse nahm, sondern als Reichsreferent der Deutschen Reblausbekämpfung ihnen auch jede nur mögliche Förderung angedeihen ließ. Nach seiner Pensionierung wurde ich im Februar 1916 an seine Stelle

berufen, behielt aber meinen Amtssitz zunächst bei Metz, da geplant war, hier nach Kriegsende ein größeres Forschungsinstitut zu errichten. Wie dieser Plan mit dem Verlust der Reichslande zu Fall kam, so war damals leider auch die bis dahin geleistete Arbeit, insbesondere auf dem Gebiet der Rebenzüchtung, bei welcher der Schwede RASMUSON maßgeblich beteiligt war, verlorengegangen. Ich siedelte im Januar 1919 nach Dahlem über, konnte aber schon im Mai desselben Jahres mit den Vorarbeiten zur Gründung der Zweigstelle Naumburg/S. beginnen, die dann bereits im August erfolgte. Dies für meine künftige Tätigkeit bedeutungsvollste Ereignis fiel in die junge Direktur von Geheimrat Prof. Dr. APPEL, dem ich mich für seine bis zuletzt in reichem Maße gewährte dienstliche wie persönliche Unterstützung zeitlebens zu größtem Danke verpflichtet fühle. Wie eine geheiligte Tradition setzte sich unser sachliches und menschliches Einvernehmen auf die anschließende Direktur von Präsident Dr. RIEHM bis zu unser beider Ausscheiden aus dem Staatsdienst fort und ging auf die nachfolgende Direktur von Präsident Prof. Dr. SCHLUMBERGER über.

Über den historischen Gang der Naumburger Arbeiten habe ich zum 25-jährigen Bestehen der Anstalt im Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst berichtet (1944). Aus zeitgebundenen Gründen begann ich zusammen mit BLUNCK zunächst mit Untersuchungen zur Bekämpfung der tierischen Schädlinge der deutschen Ölfruchtpflanzen. Diese Arbeiten, an denen auch SPEYER und KAUFMANN mit Erfolg beteiligt waren und die zu manchen wichtigen Einsichten geführt haben, sind dann auf die wenige Jahre später gegründete Zweigstelle Kiel-Kitzeberg der Biologischen Reichsanstalt übergegangen. Hauptzweck der Naumburger Anstalt war aber von Anbeginn die Fortführung der in Lothringen begonnenen Forschungen zur Bekämpfung der Reblaus, denen sich bald schon Forschungen zur biologischen Bekämpfung der Blutlaus zugesellten. Beiden Aufgaben habe ich mich bis zuletzt mit größtem Eifer gewidmet, dabei in Züchtungsfragen vorbildlich unterstützt durch meinen bei Stalingrad verstorbenen Kollegen SEELIGER. Ich möchte nicht versäumen, an dieser Stelle auch meinen übrigen zahlreichen wissenschaftlichen und handwerklichen Helfern und Helferinnen für ihre bereitwillige und opferfreudige Mitarbeit aufrichtig zu danken, desgleichen dem Reichsministerium f. E. u. L. und der Stadt Naumburg für Bereitstellung der erforderlichen sehr bedeutenden Geldmittel.

APPEL hat das Auf und Ab der Kämpfe um die Biologie der Reblaus und um die Einführung des von mir als Sanierungsmaßnahme geforderten Pfropfrebenbaues von Anbeginn mitgemacht und durch sein Vertrauen in den Wert und die Zuverlässigkeit unserer Naumburger Arbeiten unseren Willen zum Durchhalten gegen so viele, aus mancherlei Motiven diktierten Widerstände gestärkt und ihm zum Siege verholfen. Es war ein langer Weg von der Entdeckung der Reblausrassen im Sommer 1910 bis zur Selektion der bisher einzigen gegen Reblaus vollimmunen amerikanischen Wildrebe „Cinerea Arnold" im Jahre 1935. Aber die in der Zwischenzeit zielstrebig und mit Festigkeit verfolgten Forschungs- und Züchtungswege sind nicht umsonst gegangen. Die gewonnenen Ergebnisse bilden das Rüstzeug, mit dem wir seit 1935 in den Endkampf um die Gewinnung der idealen reblausvollimmunen Unterlagsreben eingetreten sind. Hier dürfen wir nicht locker lassen. Wer das Elend kennt, das die Reblaus über den alten Weinbau der Welt gebracht hat, wird nicht ruhen, bevor er nicht den Pfropfenrebenbau

restlos von diesem Schädling befreit hat. Aber man verwechsle mit diesem Ziel nicht die ganz anders geartete Aufgabe der züchterischen Bekämpfung der *Plasmopara*. Die Bedeutung dieser letzteren Aufgabe ist unumstritten; um aber erfolgreich gelöst werden zu können, muß sie mit der Reblausfrage viel enger verknüpft werden, als es die Hybridenzüchter bisher zugestehen möchten. Die Qualität der Edelhybriden ist bekanntlich um so edler, je größer in ihnen der Viniferaanteil ist. Das bedeutet aber eine Minderung der Reblausresistenz. Also bleibt der Anbau der Edelhybriden vom Siege des Pfropfrebenbaues abhängig. Denn mit „feldresistenten" Hybriden werden wir immer auch die Reblaus züchten und folglich dieses Schädlings niemals ganz Herr werden.

Ferner ist zu bedenken, daß die Edelhybriden auch in der Maigallenfestigkeit mit der Edelrebe übereinstimmen müssen, damit sich die Katastrophe, welche der Hybridenbau über Elsaß und Baden dem deutschen Weinbau gebracht hat, nicht wiederhole. Meine noch nicht veröffentlichten Tschantschendorfer Untersuchungen über die Vererbung dieser Eigenschaft weisen in die Arbeitsrichtung, die hierzu eingeschlagen werden muß. Man sollte also meinen, daß alle Voraussetzungen für eine gedeihliche Zusammenarbeit der Hybridenzüchter und der Unterlagenzüchter bereits gegeben sind; wie überall kann auch hier nur die Einmütigkeit zum Ziele führen.

Man hat mir wiederholt vorgeworfen, daß sich meine Reblausforschungen in wissenschaftliche Spielereien eines der Weinbaupraxis abgewandten Entomologen verlören; der Winzer fordere die Befreiung vom Reblausgesetz und könne nicht warten, bis das weitgesteckte Ziel meiner Forschungs- und Züchtungsarbeiten erreicht sei. Es standen Praktiker und Gelehrte auf, die nichts anderes im Sinn hatten, als den Pfropfrebenbau (später auch den Hybridenbau) nach ausländischem, insbesondere französischem Vorbild auch in Deutschland aufzubauen, unbekümmert um die Sorgen des deutschen Edelweinbaues, mit den Pfropfreben (und Hybriden) zugleich auch die Reblaus und damit die Katastrophe zu erhalten. Es ist heute kaum noch vorstellbar, daß diese Männer sich der Aufgabe versagen konnten, hier etwas Neues und echt Deutsches schaffen zu helfen, nämlich den Pfropfrebenbau *ohne* Reblaus. Was Wanner sen. bei der von ihm im Jahre 1910 miterlebten Entdeckung der *pervastatrix*-Reblaus (der späteren langrüßligen Rasse) sofort erkannt und in einer begeisterten Ovation seines Sachverständigen-Lehrganges feierte, daß nämlich hier der Hebel zur Freigabe des damals in Deutschland noch verbotenen Pfropfrebenbaues gefunden sei, blieb unbeachtet. Nach Wanners frühem Tode bedurfte es noch mehrjähriger Vorbereitungen, bis Appel und ich endlich im Jahre 1923 den Weg zu einem gesetzlich geregelten Pfropfrebenbau freigekämpft hatten. Daß dieses nur möglich war unter grundsätzlicher Beschränkung der Unterlagenanerkennung auf *vastatrix*-immune Sorten, war selbstverständlich. Aber dies wird heute wieder leider von Männern übersehen, welche jene historischen Kämpfe um die Erhaltung des deutschen Weinbaues nicht miterlebt haben. Bezeichnend für die heutige Situation im deutschen Pfropfrebenbau ist der vom Zaune gebrochene Kampf um Troll. × Rip. Geis. 26. Ist dem Fürsprecher dieser Unterlagensorte, Wanner jun., entfallen, was das Ausland über die Reblausfestigkeit der Unterlagen $F^1$ E × A sagt? Ich selbst habe zwar bei der 1923-Novelle zum Reblausgesetz die *vastatrix*-immunen Unterlagen E × A keineswegs von jeglicher Verwendung ausgeschlossen. Und das war berechtigt, weil damals

die *vitifolii*-Rasse noch nicht nach Deutschland eingedrungen war. Aber die Verhältnisse liegen heute anders. An Hybriden und Unterlagen hat sich die letztere Rasse, von Südfrankreich her ins Elsaß eingeschleppt, längs des Rheines weithin ausgebreitet; sie wird hier auch in Pfropfrebenanlagen gelangen und ihr Zerstörungswerk an den Pfropfunterlagen $F^1$ E × A demonstrieren. Um das letztere zu verhindern bzw. den Schaden zu mildern, war der Anbau solcher (*vastatrix*-immuner) Unterlagen auf seuchenfreie oder nur durch *vastatrix* verseuchte Gebiete beschränkt worden. Aber man sage nicht, daß ich eine unbegründete Abneigung gegen G. 26 gehabt oder gar meinen Mitarbeitern in dieser Frage Zwang auferlegt hätte. Diese Sorte steht in der Anfälligkeitsliste der Rebsorten von THIEM und DYCKERHOFF aus dem Jahre 1924 mit einem Stern verzeichnet, dem Kennzeichen für Wurzelanfälligkeit gegen die *vastatrix*-Laus. Sie mußte deshalb nach dem Sinn der Novelle zum Reblausgesetz vom Anbau ausgeschlossen bleiben, sie wurde von den genannten Autoren sogar als Vergleichssorte für Pfropfversuche in verseuchten Gemarkungen abgelehnt (Wein und Rebe, 1924, S. 233). Im übrigen galt sie damals noch nicht als unentbehrliche Elite, sonst hätten wir sie wohl trotz dieser Bedenken in die Serie der von THIEM in den Reblausprüfgärten geprüften Unterlagensorten mit eingeschaltet. Als später HEUCKMANN auf Grund der Berncasteler Erfahrungen auf Freigabe von G. 26 zurückkam, habe ich eine Nachuntersuchung der alten Infektionsergebnisse veranlaßt. Zu unserer größten Überraschung ergab sich, daß G. 26 nicht wurzelanfällig gegen die *Vastatrix*-Laus ist, sondern sich den bedingt zugelassenen *vastatrix*-immunen Sorten (z. B. Oberlin 595 und Aramon × Rip. M. G. 143 A) gleich verhält! Wir standen vor einem Rätsel, da THIEM und DYCKERHOFF vier Herkünfte der Sorte geprüft hatten und obendrein die Angabe von DEWITZ, der Nichtbefall der Wurzeln festgestellt hatte, mit einem Fragezeichen zitiert hatten. Es ist uns nicht gelungen, diese Diskrepanz aufzuklären. Aber es war für mich eine Selbstverständlichkeit, nunmehr auch G. 26 unter die bedingt anbauwürdigen Unterlagen aufnehmen und sogar einen Großklon derselben zusammen mit M. G. 143 A in einem der fränkischen Reichsschnittgärten aufpflanzen zu lassen. Hiervon scheint an WANNER keine Mitteilung gegeben zu sein.

Hat man auch vergessen, wie sehr ich auf die Züchtung neuer reblausunanfälliger Unterlagen E × A bedacht gewesen bin? Daß ich im Unterausschuß für Rebenzüchtung der DLG[1] und später im Rahmen der Reichsrebenzüchtung das Sonderziel der reblausbiologischen Verbesserung der E × A aufgestellt und in einem Rundschreiben an die deutschen Rebenzüchter begründet habe? Seine Durchführung machte ja nur wenige Zuchtschritte erforderlich. Warum aber haben sich die beteiligten Anstalten dieser Aufgabe nicht rechtzeitig angenommen? Sie konnten doch genauso gut wie wir in Naumburg z. B. neue blattimmune Riparien züchten und dann mit den neuen Eliten neue $F^1$ E × A herstellen! Es geschah nicht, obwohl wir 1934 alle wissenswerten biologischen Voraussetzungen publiziert haben, gewünschtes Zuchtmaterial abgaben und die erforderlichen Auskünfte zu geben immer bereit waren. Grund war vielleicht die falsche Anwendung des Prinzips der großen Zahlen, das doch dann erst fruchtbar ist, nachdem man die individuelle Auslese der Zuchtsorten bis zur möglichen Höchstleistung

[1] DLG = Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft.

gesteigert hat. Heute besitzt nur die Zweigstelle Naumburg die neuen Eliten und verfolgt obiges Ziel unbeirrt weiter. Der Erfolg wird nicht ausbleiben, und er kann auch nicht durch Angriffe gegen überholte Zwischenstationen des Gesamtwerkes in Frage gestellt werden. Auch die reblausvollimmunen neuen Cinerea-Kombinationen der Naumburger Anstalt werden sich durchsetzen, und es ist für mich ein beglückender Gedanke, daß die rebenzüchterischen Arbeiten in Naumburg mit gleicher Zielsetzung tatkräftig fortgesetzt werden.

Und dennoch hätte diese Leistung für den deutschen Weinbau unbefriedigend bleiben müssen, wenn wir uns nicht gleichzeitig um die weinbauliche Tagesarbeit gemüht hätten. Es fehlte nach Beendigung des ersten Weltkrieges an zuverlässigen Klonenpflanzungen der anzuerkennenden Unterlagen, auch auf das Ausland war kein Verlaß. Zudem hielt man die Verwendung von Unterlagenklonen für entbehrlich und meinte, daß man den Pfropfrebenbau besser aus Mischpflanzungen mit erprobten guten Mittelwerten aufbauen könne! Ist heute ein solcher Einwurf noch begreiflich? Aber er erschwerte unsere Arbeit. Ich wies Kober 5 BB, die renommierte Unterlagen-Weltsorte, als Mischsatz nach, einige andere „Sorten" erlebten das gleiche Schicksal. Mir war schon zu Beginn meiner reblausbiologischen Studien aufgefallen, daß manche Sorten gleichen Namens oder gleicher Nummer verschiedene Reaktionsbilder zur Reblaus ergeben hatten. Es mußte also schon aus reblausbiologischen Gründen Klarheit geschaffen werden. Und da der Klonenbau dank der großangelegten Selektionsarbeiten von Dern, Ziegler und Scheu sen. dem Edelweinbau schon große Erfolge gebracht hatte, setzte er sich schließlich auch im Unterlagenbau durch. Ich führte dann im Auftrage der Reichsregierung eine Sortenbereinigung der Unterlagenpflanzungen der Länder durch und konnte schließlich noch erreichen, daß das Ministerium für Ernährung und Landwirtschaft in Franken große Reichsklonenpflanzungen anlegen ließ, deren technischer Aufbau von Dittmann in vorbildlicher Weise gemeistert wurde. Ich arbeitete den Bebauungsplan aus, bestimmte die zum Großanbau in den Reichsgärten geeigneten Klone aus den Landesanlagen, mußte dabei aber unfreiwilligerweise Rückschläge in Kauf nehmen. Denn über die langanhaltenden Nachwirkungen einer Infektion mit dem Gift der Reisigkrankheit war damals noch wenig bekannt, ein im Habitus einwandfreier Jugendzustand der zwischen Elitestock und Großvermehrung zwischengeschalteten Kleinklone täuschte über deren Nachbauwert, und so gelangte das Gift in die auf jungfräulichem Boden stehenden Reichspflanzungen. Zwar gab es jetzt Gelegenheit, wertvolle Erfahrungen zu sammeln, Sicherungen gegen neue Infektionsquellen aufzustellen, den vom Boden ausgehenden Weg der Erkrankung aufzudecken; ob es aber gelungen ist, die Krankheit aus den Reichsgärten wieder ganz zu entfernen, darüber fehlen mir Nachrichten. Mit Material aus den Reichsgärten, welche ich Pfankuch nach Dahlem sandte, entdeckte dieser zwar virusartige Körper im ultrazentrifugierten Quetschsaft mosaikfleckiger Reben, stellte gleichzeitig aber auch ihr Fehlen in reisigkranken Reben fest (bisher nicht publiziert). Die Klonenauslese der alten Unterlagensorten schien damals bereits am Ziel zu sein. Da brachte der Polarwinter 1939/40 eine neue wichtige Aufgabe. Alle Auslesen Berl. × Rip. erfroren in den Reichsgärten und weiter nördlich bis auf den Kopf. Kein Wunder, denn das Urmaterial stammte aus ungarischen Auslesen, die noch keine Polarwinter

durchgemacht hatten. Aber die Kombination mit Riparia ließ hoffen, daß auch der Vater (oder Großvater) seine bekannte Winterfrosthärte vererbt haben könnte. Und so konnte ich in der Tat im staatlichen Schnittgarten bei Goseck Anfang Mai 1940 einen völlig frostharten Klon aus einem Mischsatz Kober 5 BB auslesen, der inzwischen zum Großklon erweitert wurde. Seine weinbauliche Eignung befindet sich noch in der Prüfung, sie scheint nicht hinter derjenigen der Nennsorte zurückzustehen. Es handelt sich übrigens nicht um eine Mutation aus 5 BB, sondern um einen selbständigen Sämling der Familie. Weitere frostharte Nummern selektionierte Ollram in den Schnittgärten der Firma Kober-Kohlfürst u. Ges. in Wiener-Neustadt. Wir haben in Naumburg damals auch unsere Cinerea-Kreuzungen auf Frosthärte bonitiert und gefunden, daß hier schon allein vom Vater bzw. Großvater her, aber auch in Kombination mit anderen Frostharten ähnlich günstige Selektionsaussichten bestehen (vgl. Ang. Bot. 1943, S. 126 ff.). In der Sortenkunde waren für mich die Arbeiten von Moog sehr wertvoll; ich bin aber unabhängig von ihm eigene Wege der Differenzierung und Bestimmung der Rebsorten gegangen, deren Ergebnisse ich in einem kleinen Bestimmungsheft der Unterlagensorten niedergelegt habe, das ich selbst im kommenden Sommer herausgeben zu können hoffe. Die Grundprinzipien meiner Einteilung habe ich schon vor fast 40 Jahren im Zusammenhang mit den Arbeiten zu meiner Volksflora festgelegt, als es für mich noch fast unmöglich schien, mich in der Sortenfülle der Reben nach dem Erfahrungsgut der bebewährten Praktiker zurechtzufinden. Ich suchte und fand Hilfsmittel der Diagnostik, die damals noch unbekannt waren. Ungeachtet aller technischen Sauberkeit und Zuverlässigkeit im Klonenbau sind Bestimmungsschlüssel der Sorten unentbehrlich geblieben, aber leider sind Schulung und Übung in solchen systematischen Dingen, obwohl sie nicht im Absoluten, sondern im veränderlichen und verändernden Milieu des Lebensraumes liegen, heute wenig modern. Abschließend erwähne ich noch, daß ich bemüht war, die Bestrebungen des Berufsstandes zur Überführung der früher nur vom Staat betriebenen Herstellung der Pfropfreben in die Hand des Berufsstandes bzw. der Weinbaugenossenschaften durch Lockerung der reblausgesetzlichen Bestimmungen zu unterstützen. Auch sonst konnten die Gesetzesvorschriften bzw. die Ausführungsgrundsätze dank der Initiative der Reichsregierung von Zeit zu Zeit neuen Erfahrungen und Erkenntnissen angepaßt werden. Auch die Berichterstattung des Reiches und der Länder wurde durch Einführung von wohldurchdachten Fragebogen erleichtert, gleichzeitig aber unter Hereinnahme des Pfropfrebenbaues erweitert. Schilder hat sich der Verarbeitung des großen statistischen Materials mit Umsicht und Ausdauer angenommen.

Aus der Fülle der reblausbiologischen Kleinarbeit möchte ich hier nur auf weniges hinweisen. Der Beginn meiner Studien fiel in das Jahr 1907, als gleichzeitig in Italien unter Grassi ein groß angelegtes Forschungswerk über die Reblaus mit mehreren tüchtigen Assistenten des großen italienischen Zoologen und Senators eingeleitet war. Wir waren in beiden Lagern von der Notwendigkeit der wissenschaftlichen Ergänzung durchdrungen, ohne deswegen die eigene Selbständigkeit aufzugeben. Das gehört der Geschichte an und kann von jedermann im Schrifttum nachgelesen werden. Unter den günstigen klimatischen Bedingungen des Südens hatten die Italiener von vornherein einen beachtlichen Vorsprung. Aber die isolierte Seuchenlage des

Lothringer Weinbaues erleichterte mir die Entdeckung der *vastatrix*-Rasse der Reblaus, weil dort damals nur ein Reblaustyp mit geringster biologischer Variation vorhanden war, während in Südeuropa ein buntes Rassengemisch der Rebläuse vorherrschte. Trotz mancherlei Anfeindungen aus gegnerischem Lager hat sich der Grundinhalt meiner Entdeckung als Tatsache durchgesetzt. Er hat in der Folge langwieriger reblausentomologischer und rebenzüchterischer Arbeiten zu wichtigen theoretischen Erkenntnissen und praktischen Ergebnissen geführt, auf die ich weiter unten noch einmal kurz zurückkommen werde (S. 219). Ganz anderer Art waren unsere Arbeiten auf dem Gebiet der direkten Reblausbekämpfung. Der deutsche Weinbau besaß damals noch große reblausfreie Gebiete, diese sollten noch möglichst lange geschützt bleiben. Wir verbesserten deshalb die von früher übernommenen Verfahren zur Entseuchung der Reblausherde, modernisierten die Entseuchung der Versandreben, erleichterten die Entseuchung der Kleidung, Geschirr und Gerätschaften und waren um weitere Erleichterung aller Schutzvorschriften bemüht, soweit deren Wirksamkeit gewährleistet blieb. Dieser zeitraubenden Arbeiten haben sich insbesondere Thiem und Jancke mit großem Erfolg angenommen. Zwischendurch liefen Untersuchungen über die aktive und passive Ausbreitung der Reblaus im freien Gelände. Auch das Vermehrungspotential der Laus wurde unter die Lupe genommen. Die italienischen Forscher hatten als Höchstwerte 400—500 Eier für die Maigallenlaus und 250 Eier für die Wurzellaus ermittelt. Mit anderer Untersuchungs- und Zuchttechnik konnte ich diese Zahlen auf mehr als das Doppelte für die Maigallenlaus und etwa das Dreieinhalbfache für die Wurzellaus erhöhen (1929). Die Epidemiologie der Reblaus gewann dadurch ein stark erhöhtes Gefahrenmoment, welches die Notwendigkeit unserer rebenzüchterischen Arbeiten ins rechte Licht rückte. Der Zukunft ist vorbehalten, die rein wissenschaftlichen Arbeiten in Richtung modernster Anschauungen über die wechselseitigen Stoffwechselvorgänge beim Wirt und seinen Parasiten fortzuführen. Noch wichtiger ist die schon von mir angestrebte theoretische Klärung der parasitologischen und züchterischen Erwartungen. Denn der Erfolg der Naumburger Züchtungsarbeiten darf auf keinen Fall dadurch in Frage gestellt werden, daß uns die Reblaus sozusagen aus der Hand gleitet, d. h. Forschung und Praxis mit neuen virulenten Rassen überrascht. Es genügt also nicht, Befallsbildserien der Reblausbiotypen aufzustellen und wie am laufenden Band zu ergänzen, sondern die parasitäre Variationsbreite der Reblaus muß im Zuchtexperiment genetisch umfassend erkannt werden, damit die Immunzüchtung für alle Zukunft gesichert ist. Haben die Zeitverhältnisse inzwischen auch manchen Traum der biologischen Reblausbekämpfung um Jahre zurückgeworfen, das Ziel des reblausfreien Pfropfrebenbaues muß bleiben, und es wird sich dermaleinst auch in der Praxis durchsetzen!

Wie unsere Naumburger Arbeiten zur Reblausbekämpfung vom rein entomologischen Standpunkt ausgehend mehr und mehr in das große rebenzüchterische Programm einmündeten, so hat sich ein ähnlicher Wandel auch mit unseren Arbeiten zur Bekämpfung der Blutlaus vollzogen. Über meine blutlausbiologischen Beobachtungen sprach ich schon weiter oben (S. 211). Hier sei nachgeholt, daß mich die im Apfelbau seit langem bekannten Befallsunterschiede der Sorten gegenüber der Blutlaus schon seit meiner Dahlemer Zeit interessiert haben. Den Anstoß, hier mit züchterischen Arbeiten

anzusetzen, gab aber erst die Entdeckung des völlig refraktären Verhaltens einiger Apfelsämlinge im Jahre 1921. Es galt nunmehr, eine möglichst umfangreiche Arten- und Sortensammlung der Gattung Malus anzulegen, eine Aufgabe, die SEELIGER schon bald darauf mit Erfolg angepackt hat. Dieser Forscher schuf auch zahlreiche Art- und Sortenkombinationen mit dem Ziel, blutlausunanfällige Unterlagen zu gewinnen. Der Züchtung blutlausunanfälliger Edelhybriden stand zwar anfangs die starke Qualitätsverschlechterung wegen der notwendigen Einkreuzung blutlausimmuner Wildäpfel entgegen. Aber hier brachte dann 1937 die Entdeckung nekrotischer Reaktionen der immunen Apfelsorten, über die ich mit BRAMSTEDT im wissenschaftlichen Jahresbericht der Biolog. Reichsanstalt für 1937 kurz berichtete (BRAMSTEDT selbst brachte im nächsten Jahre eine ausführlichere Darstellung seiner Funde), einen wesentlichen Fortschritt. Denn jetzt konnte die Unanfälligkeit der Apfelsorten an einem zuverlässigen histologischen Merkmal erkannt werden und sich von den Zufälligkeiten der früheren Beurteilung nach Größe und Dauer der Koloniebildung der Laus lösen. GOLLMICK unterzog unser großes Apfelsortiment einer umfassenden Untersuchung mit dem Erfolg, daß ein Pumilabäumchen und drei Edelapfelsorten als blutlausimmun erkannt wurden. Jetzt war der Weg frei geworden für die Herstellung blutlausimmuner Edelapfelkombinationen, deren züchterische Aussichten als sehr günstig beurteilt werden dürfen. Wir haben hierüber erstmalig 1943 in der Festschrift für Min.-Dir. SCHUSTER berichtet. Nordspäher und Ontario sind die beiden wichtigsten immunen Zuchtsorten. Die Arbeiten sind seitdem trotz der Kriegs- und Nachkriegsnöte weitergeführt worden und werden jetzt von meinem Nachfolger Prof. WARTENBERG auf breiteste Grundlage gestellt.

In meinen sonstigen Blattlausarbeiten befaßte ich mich vornehmlich mit Fragen der allgemeinen Biologie, der Generationsfolgen, der Wirtsabhängigkeit und des Wirtswechsels. Von rund 130 heterözischen Blattlausarten Mitteleuropas ermittelte ich für 57 Arten erstmalig teils den Neben-, teils den Hauptwirt, teils beide Wirtspflanzen. Da System und Phylogenie der Aphiden trotz der wertvollen Arbeiten MORDVILKOS nicht befriedigen konnten, widmete ich mich auch solchen Arbeiten und beschrieb zahlreiche neue Arten der mitteleuropäischen Fauna, die sich nach Abzug der als Synonyme erkannten auf jetzt mehr als 200 belaufen. Den beiden Bearbeitungen der Blattläuse im Handbuch der Pflanzenkrankheiten (1913 und 1931/32) sollte noch in diesem Jahr die dritte wesentlich erweiterte und vertiefte Bearbeitung folgen. 1930 und 1938 gab ich wichtige neue Gesichtspunkte zur allgemeinen Phylogenie und Systematik der Blattläuse bekannt. In BROHMERS Fauna von Deutschland habe ich 1932 und 1944 (im Nachdruck der 5. Auflage auch in der 6. von 1949) eine kurze Einführung zur Kenntnis der mitteleuropäischen Blattläuse gegeben. Das Hauptwerk befindet sich noch in Vorbereitung, desgleichen eine Flora der mitteleuropäischen Aphiden. Die Regierung der Deutschen Demokratischen Republik hat mir durch Bewilligung eines Forschungsauftrages die Durchführung dieser Arbeiten in dankenswerter Weise erleichtert. Die Aufklärung des Komplexes der „Schwarzen Blattläuse" nimmt innerhalb meiner Blattlausarbeiten einen besonderen Raum ein, sie hat zahlreiche Arbeiten anderer deutscher und ausländischer Forscher ausgelöst und darf heute im wesentlichen als abgeschlossen gelten.

Bei meinen Blattlausstudien habe ich frühzeitig die Notwendigkeit er-

kannt, der Frage der parasitären Spezialisation größtmögliche Aufmerksamkeit zu schenken. Einen festen Angelpunkt geben die besonderen Erscheinungen im Verhalten der Rebläuse an den verschiedenartigen Rebenarten und -sorten. Die Entdeckung der Nekroseaktion als Ausdruck refraktären Verhaltens der resistenten und immunen Sorten führte zu einer neuartigen Deutung dieser Erscheinungen als einer erbbedingten Reaktionsnorm im Säfteaustausch zwischen Wirt und Parasit. Die Nekrosetypen zeigen eine vielgestaltige Vererbungsweise, die sich den Mendelschen Regeln unterordnen läßt. Es kommt aber nur dann zur Manifestation der Nekrosen, wenn ihre Gene mit dem Speichel von Rebläusen in Berührung kommen, der ein σ benanntes Ferment enthält, dessen Vererbung seinerseits mendelt. Der Reaktionsablauf ist nach Auslösung der faktoriellen Reaktionskette einheitlich. Die Theorie hat ihre letzte Darstellung in Heft 7/8 des Nachrichtenblattes f. d. dtsch. Pflanzenschutzdienst 1949 gefunden, der Aufsatz schließt sich dem von mir auf der letzten Reichstagung des deutschen Pflanzenschutzdienstes im Februar 1943 gehaltenen Vortrag an. Ob die neuen Gesichtspunkte erweiterungsfähig sind und durch neue Beispiele ausgebaut werden können, steht noch dahin. Ergebnisse sind nur in Kreuzungsversuchen zu erwarten, mit denen ich 1943 begonnen habe, deren Fortführung ich aber jüngeren Forschern überlassen muß. Da solche Versuche nur mit nächstverwandten Arten angestellt werden können, gilt es, diese nahen Verwandtschaften zu ermitteln. Ist dies auch eine taxonomisch-zoologische Angelegenheit, so findet sie doch einen wesentlichen Rückhalt in gleichsinnigen Betrachtungen über die verwandtschaftlichen und ökologischen Beziehungen der Wirtspflanze der Blattläuse, die im einzelnen auszuwerten ich mir für meine Blattlausflora vorgenommen habe.

Vielleicht darf ich gründliche systematisch-floristische Kenntnisse als eine nicht unwesentliche Vorbedingung für erfolgreiche systematisch-biologische Blattlausforschungen bezeichnen. Aber erst wenn die botanische Schulung in die tieferen stammesgeschichtlichen Zusammenhänge der Gefäßpflanzen (als den Hauptwirten der Blattläuse) vorgedrungen ist, bietet sie das heuristische Rüstzeug für gleichsinnige Blattlausforschungen. Schon in meinen Schul- und Studienjahren war es mein Bemühen, beide Ziele zu ergänzen, auch späterhin bin ich beiden zugewandt geblieben. Nach Erscheinen der Neubearbeitung der Garckeschen Flora von Deutschland, die mir zwar modernisiert aber weniger als ihr Vorgänger geeignet schien für den floristisch interessierten Laien und Liebhaber, kam ich auf den Gedanken, eine eigene Bestimmungsflora zu schreiben. Drei reiche Jahre (1909/11) habe ich in einer erdrückenden Fülle floristischen Materials geschwelgt. Meine teilweise neuen didaktischen Pflanzengruppen wurden sehr bald von dritter Seite ohne Quellenangabe übernommen. In den damaligen Kampf um eine neue Phylogenie der Blütenpflanzen, den Halier und Mez zu führen begonnen hatten, griff ich mit eigenen Gesichtspunkten ein, habe aber das Ergebnis meiner Studien nur zum Aufbau meiner Flora verwertet und, zu meinem Nachteil, nicht auch in einer Spezialabhandlung des näheren begründet. Ich habe die Phylogenese der Blütenpflanzen, im Gegensatz zu den akademischen Lehrsystemen jener Zeit, auf das Gynoeceum aufgebaut, nachdem man doch schon seit langem auch die Gymnospermen und Angiospermen nach dem Gynoeceum und nicht nach dem Androeceum getrennt hatte. Warum dieser Gesichtspunkt innerhalb der Angiospermen nicht gelten sollte, hat mir als

Zoologen nie eingeleuchtet. So kam ich dazu, Ranalen und Rosalen nach ihrem sehr urtümlichen Gynoeceum zu der neuen Gruppe der Archicarpicae zu vereinigen und an die Basis der Angiospermen zu stellen, mit den Magnoliaceen als einer Art missing link zu den Gymnospermen. Der bald darauf von Mez erbrachte serologische Verwandtschaftsbeweis kam mir also darin sehr zu Hilfe. Meine Archicarpicae wurden zugleich zur Stammgruppe der übrigen, als Metacarpicae zusammengefaßten Dikotyledonalen, auf die auch die Monocotyledonalen zurückstrahlten. Die Cupuliferen, denen man früher die Rolle eines Brückengliedes zu den Gymnospermen zugedacht hatte, kamen in meinem System in eine Seitenlinie, welche über die Hamamelidalen an die Rosalen angeschlossen werden konnte. Ich ging auch in Einzelheiten meine eigenen Wege. Ich entdeckte die nahe Verwandtschaft von *Prunus* zu *Rubus* und gestaltete danach das alte System der Rosaceen um, gleichzeitig die Pomoiden an *Rosa* anschließend. Die Sympetalen verteilte ich, soweit möglich, auf ihre Vorläufer unter den sog. Eleutheropetalen und stellte so Verbindungen zwischen gewissen Ordnungen der Blütenpflanzen her, die zum Teil schon vor langen Jahrzehnten erörtert worden waren. Die Einkeimblätter stellte ich an den Schluß der Blütenpflanzen, denn es war bei meiner Anordnung derselben nicht möglich, sie zwischen die Gymnospermen und Zweikeimblättler zwischenzuschalten. Die Butomeen vermittelten ihren zwanglosen Anschluß an primitive Ranalen. So gewann mein Buch, dem ich den Namen „Volksflora" gab, weil ich der Meinung war und bin, daß mit allem Großen und Guten auch die fortschrittlichen Leistungen der Wissenschaft dem Volke dienen müssen, ein wesentlich anderes Gesicht als alle vorher geschriebenen Florenwerke. Während letztere mit den Compositen schlossen wegen ihres gewiß hochentwickelten Blütenkopfes, nahm bei mir *Wolffia arrhiza* den letzten Platz ein als Symbol einer fast thallomorphoiden Rudimentationsform. Meine Flora war in wenigen Jahren ausverkauft. Die Herausgabe einer kleinen Ausgabe für Schulzwecke scheiterte an buchhändlerischen Rücksichten auf den konservativen Geist der Schulen. Bei den Vorbereitungen zum Verlagswechsel (1921) gingen gleich mehr als 300 neue Originalzeichnungen für die Neuauflage verloren, so daß ich in Anbetracht meiner dienstlichen Verpflichtungen von allem zurücktrat. Leider versagte ich mich auch einem von anderer Seite (1936) vorgeschlagenen Facsimilenachdruck der 1. Auflage, weil ich einige Verbesserungen anzubringen für notwendig hielt. Bei alledem ist es kein freundliches Erleben, zusehen zu müssen, wie die modernen botanischen Lehrbücher in die von mir vor fast 40 Jahren verfolgte Linie einschwenken, ohne mich als Vorläufer auch nur dem Namen nach zu kennen.

Ein zweites Mal habe ich mich zur Phylogenese der Pflanzen im weitgespannten Rahmen meiner Tokontologie (1923) geäußert. Seit Jahren hatte mich ein Vergleich der Generationsfolgen und Wirtswechselverhältnisse der Aphiden und Uredineen gelockt. Ein Briefwechsel in gleicher Frage mit Morstatt um Ostern d. J. gab mir Anlaß, ernstlich an die Lösung des Problems heranzugehen. Sie tauchte für mich ganz unerwartet auf, so einfach und verlockend, daß ich nicht widerstehen konnte, das gesamte Reich der Lebewesen im Sinne der neuen Idee zu überprüfen. Man hatte um jene Zeit Pflanzen und Tiere in einem hypothetischen Urzustand undifferenzierter „Protisten" vereinigt. Mir war dieses Konglomerat eines biologischen Erdrutsches schon lange ein großes Fragezeichen gewesen. Wo aber sollte der

Hebel zum Neubau angesetzt werden? Hatten die Genetiker recht, die damals ihr Augenmerk dem Endprodukt der beiden Reifeteilungen, zu wenig aber der Dynamik der Teilungsfolge zugewendet hatten und letztere als unwesentlich und wechselnd ansahen? Sollten die Anatomen oder die Physiologen an ihrer Trennung der Tiere und Pflanzen festhalten? Oder gab es vielleicht im Anschluß an die Generationswechsellehre HOFMEISTERS (Mitte des 19. Jahrhunderts) einen neuen Weg der Erkenntnis?

CLAUSSEN hatte bereits um 1918 das Fehlen eines vegetativen Prothalliums beim Tier erkannt und deshalb den reduzierten Gameten des Tieres mit dem pflanzlichen Prothallium + Gameten homologisiert. Er hatte den biologischen Unterschied zwischen Prothallium und Gamet stillschweigend übergangen, als ob nicht das Prothallium selbst Gameten erzeugt und nur letztere den tierischen Gameten gleichgesetzt werden dürften. Gewiß war der Generationswechsel der Tiere genau wie derjenige der Pflanzen durch die zyklische Folge von Diplo- und Haplophase gekennzeichnet, aber der fundamentale Unterschied im Vorhandensein oder Fehlen des haploiden vegetativen Prothalliums war nicht wegzudisputieren! Aber welcher Zyklus durfte und mußte als der urtümlichere angesehen werden? Ich entschied mich für den pflanzlichen Zyklus mit vegetativer Diplophase, vegetativer Haplophase und haploidem Gamet. Der Gametenzustand war für mich nur gegeben, wenn die Fähigkeit zur vegetativen Kernteilung zugunsten der sexuellen Differenzierung in ♂ und ♀ unterdrückt war. Diese Differenzierung war für mich primär keine zytologische Angelegenheit, denn der Urzustand konnte nur von einer totalen Isogametie ausgehen und die sexuelle Differenzierung hier nur noch dem elektrischen Potential verglichen werden. Sperma und Ei wurden für mich sekundäre Gametenformen und damit der Ausgangspunkt aller sekundären Geschlechtsunterschiede. HARTMANN ist der Nachweis verschiedener pH-Werte der *Ectocarpus*-Gameten erst nach Erscheinen meiner Schrift gelungen. Alle diese Schlußfolgerungen lagen damals sozusagen in der Luft. Mich beschäftigte weiter die Frage des Doppelschrittes der Reduktions- oder Reifeteilung. Von den Schizophyten abgesehen zeigten alle Lebewesen dieses Phänomen, obwohl doch eine einfache Überlegung die Vorstufe der einfachen Reifeteilung forderte. Die (anscheinend nicht mehr existierenden) Organismen einer solchen Vorstufe bezeichnete ich als Haplotomier, ich verlegte in diesen Urzustand der Kern-Plasma-Wesen die gemeinsame Wiege der Pflanzen und Tiere, ihm auch die autotrophe Ernährungsweise zubilligend. Das Hauptkennzeichen der Tiere sah ich in dem Umstand, daß die Diplophase mit der Reduktionsteilung, deren erster Schritt eine Äquationsteilung ist, unmittelbar zum Gameten führt, während die Pflanze den Gameten immer erst vom haploiden Prothallium aus bildet, auch wenn dieses (in seltenen Fällen) nur durch den beim ersten Reifeteilungsschritt erzeugten Kern der Dyade vertreten ist. Ich bezeichnete danach die Tiere als Zygogamier, die Pflanzen als Zygosporier. Es bedeutet also der tierische Phasenzyklus nicht lediglich den Verlust der haploiden vegetativen Prothalliumphase, sondern zugleich eine Umkehr der Folge Reduktion—Äquation in der Reduktionsteilung. Ich faßte diese Umkehr der Teilungsfolge geradezu als Ursache des Verlustes der vegetativen Haplophase auf. Das widersprach aber so sehr den damaligen karyologischen Anschauungen, daß meine These gar nicht der von mir selbst geforderten Nachprüfung unterzogen wurde. Und doch ist hier der Angelpunkt des Problems gegeben.

Man hat die Tatsache, daß die Geschlechtschromosomen heterogametischer Tiere beim ersten Teilungsschritt auseinandergehen, auch auf die Autosomen bezogen; diese Auffassung ist aber nach dem Verhalten der diploarthenogenetischen Tiere und den Erscheinungen der künstlichen Parthenogenese nicht berechtigt. Man bedenke auch, daß der Ablauf der zur Tetrade führenden Teilungsschritte auf einer unerhörten molekularen Dynamik beruht, die sich gewiß nicht beliebig aus dem Geleise werfen läßt. Man male sich die plötzliche Umschaltung eines Motors auf Rücklauf in ihren Folgen aus und wird die Katastrophe erkennen, welche in Genom und Plasma eintreten müßte, wenn aus der Folge Reduktion—Äquation die umgekehrte werden soll. Die Trennung dieser beiden Folgemöglichkeiten verlegte ich in die Primitivstufe der Haplotomier und entwarf entsprechende antithetische Symbole. Daß ich noch weiter ging und, am Phasenwechsel haplosdiplos festhaltend, das lebendige, d. h. assimilative Eiweiß durch eine quasi-Konjugation elektrisch ungleichwertiger Moleküle aus dem unlebendigen Zustand abzuleiten versuchte, sei nur beiläufig erwähnt. Ob der heute viel diskutierte Übergang des kristallinischen Virus in aktives Virus auf einem ähnlichen Vorgang beruht, bleibe dahingestellt. Mez begrüßte meinen „Entwurf" brieflich auf das lebhafteste. Aber soweit mir bekannt geworden ist, hat nur Steinecke im Botanischen Archiv (Band I, 1925) über all das objektiv referiert und sich zu meinen das System der Tiere und Pflanzen ergebenden Folgerungen teils zustimmend, teils ablehnend geäußert. Das letztere war nicht überraschend. Denn unmittelbar nach Herausgabe meiner Schrift wurden botanischerseits wichtige Entdeckungen über den Generationswechsel z. B. der Ectocarpalen gemacht (Kylin), die einen Teil meiner Ableitungen entkräfteten. Aber die erst viel später erfolgte Entdeckung des gleichsinnigen Verhaltens von *Cladophora* bestätigte aufs glänzendste die von mir geforderte Ableitung der Embryophyten von sporotomen Grünalgen, welche damals noch unbekannt waren. So darf ich künftigen Diskussionen über meine pflanzlichen Großgruppen der Ecto- und Entogoniaten mit steigendem Interesse entgegenschauen, auch die Klärung der von mir vollzogenen Einfügung der pennaten Diatomeen an die Basis der Heliozoen und der Sporozoen als Nebenreihe der echten Eumyceten abwarten. Aber das hat zur Voraussetzung, daß Botaniker und Zoologen gemeinsam ihre Zuständigkeiten prüfen und sich zur Beurteilung meiner Schrift nicht nur die eigenen Forschungsgebiete heraussuchen. Sie werden dann vielleicht überrascht sein, wie einfach sich die Dinge zu lösen beginnen. Ich erwähne hier z. B. die Notwendigkeit einer Revision des Begriffes der Diplophase für die Pilzforscher: diploide Kerne haben bekanntlich 2 n Chromosomen, haploide 1 n, aber 2 haploide Kerne im Zweikernzustand der Eumyceten ergeben noch keinen Diplonten. Der entsteht erst durch die Gametenkonjugation; der Zweikernzustand kennzeichnet nur die vollzogene Verlobung, welche die Hochzeit vorbereitet, aber nicht an ihre Stelle treten darf. Warum haben die Autoren des neuen „Straßburger" dies nicht in meiner Tokontologie nachgelesen? Und warum verharren die Zoologen auf ihrer Einteilung der Tiere in Proto- und Metazoen, streiten sich um die nicht existierenden „Mesozoen", und lesen nicht bei mir über die Gliederung der Tiere in Proto-, Crypto- und Hetero-Gametier nach? Und die gleiche Frage könnte ich an die Botaniker richten, welche weder erkannt haben, daß die „Kopulation" der Conjugaten die Vorstufe der „Myzetogametie" der Eumyceten ist, noch

daß letztere größte Ähnlichkeit mit der Zystenbildung der Sporozoen hat, die hier so völlig andersartig verläuft als die Enzystierung der echten Protozoen. Denn sie führt zur Navicula mit 8 haploiden Keimlingen, als sei diese ein Askus! Natura non facit saltus, das gilt auch im Bereich der Organismen. Wie karyologische, zytologische, histologische und anatomische Strukturen sich nur allmählich wandeln, so ist auch das zyklische Symbol nur allmählich wandlungsfähig. Das Symbol einer zoogamen Alge kann nicht in das cryptogametische der Heliozoen (dem die Auxosporenbildung, sprich Eibildung, der pennaten Diatomeen entspricht), das Symbol der cryptogametischen Infusorien nicht in das Myzetogametische der „Sporozoen" umschlagen. Die früher angenommenen Ähnlichkeiten der Pennaten Diatomeen und Sporozoen, der ersteren mit den zyklischen Diatomeen, der letzteren mit den Infusorien, beruhen auf Konvergenzen, und die Feinstrukturen der Zellen und ihrer Organellen besagen dasselbe. Das hätte sich auch ROTHMALER (1948) sagen sollen, als er ein neues System der Organismen zu entwickeln versuchte (Biologisches Zentralblatt 1948). So glänzend hat also die Natur ihr Prinzip der Erbgutsicherung in der Gametenphase zu tarnen verstanden, daß es trotz Bekanntseins aller Mechanismen auch heute zumeist noch verkannt geblieben ist und nur die sekundären und tertiären Erscheinungen der Samen- und Brutpflege allgemeine Aufmerksamkeit gefunden haben. Dem vielen Neuen, das die rastlos pulsende Wissenschaft seit Ersterscheinen meiner Schrift zutage gefördert hat, hoffe ich in ihrer geplanten Zweitauflage selbst noch breitesten Raum, unter Verzicht auf unwesentliches Beiwerk geben zu können.

## Nachwort

Als CARL BÖRNER am 14. Juni 1953 starb, befand sich in seinem Nachlaß u. a. auch das Manuskript einer 1950 niedergeschriebenen „Rückschau" auf seinen wissenschaftlichen Lebensweg. BÖRNERS Frau LYDIA, geb. LUTZ, hat den gesamten Nachlaß ihres Mannes sachverständig und treu verwaltet und mir im Juni 1957 das Manuskript der „Rückschau" zur Einsicht anvertraut. Der Herausgeber dieser Zeitschrift, Herr Professor Dr. ZWÖLFER, dem ich das Manuskript vorlegte, bestärkte uns in unserer Ansicht, daß dieser ungewöhnliche Lebenslauf von BÖRNER, in dem die ganze Genialität und umfassende Kenntnis dieses seltenen Mannes zum Ausdruck kommt, veröffentlicht zu werden verdient. Dafür, daß Herr Professor Dr. ZWÖLFER für die Veröffentlichung die Spalten der Zeitschrift f. angewandte Entomologie so bereitwillig zur Verfügung gestellt hat, sei ihm auch an dieser Stelle herzlich gedankt. — Das im Originalmanuskript von BÖRNER noch fehlende Verzeichnis der zitierten Schriften wurde mit Hilfe von Frau BÖRNER zusammengestellt. Einige Lücken konnten nicht geschlossen werden.

W. SPEYER (KITZEBERG)

## Verzeichnis der zitierten Schriften

*(Ein vollständiges Verzeichnis der Schriften von C. Börner befindet sich in den „Beiträgen zur Entomologie", 4, 189–207. Berlin 1954.)*

BÖRNER, C.: Die Beingliederung der Arthropoden. – Sitzber. Ges. d. naturf. Fr., Berlin, 1903, 292–341.

— Eine monographische Studie über die Chermiden. – Arb. Kais. Biol. Anst., **6**, 81–320. 1907.
— Systematik und Biologie der Chermiden. – Zool. Anzeiger, **32**, 413–428. 1908.
— Über Chermesiden. Experimenteller Nachweis der Entstehung diöcischer aus monöcischen Cellaren. – Zool. Anzeiger, **33**, 612–616. 1908.
— Neue Homologien zwischen Crustaceen und Hexapoden. Die Beißmandibel der Insekten und ihre phylogenetische Bedeutung. Archi- und Metaapterygota. – Zool. Anzeiger, **34**, 100–125, 1909 (s. dort S. 104–105 u. 125).
— Die phylogenetische Bedeutung der Protura. – Biol. Centralbl. **30**, 633–641, 1910.
— Volksflora. Eine Flora für das deutsche Volk. (Mit Unterstützung von L. Lange und P. Dobe.) – 864 S. – Voigtländers Verlag, Leipzig, 1912.
— Die Gliedmaßen der Arthropoden. – In: Arnold Lang's Handbuch der Morphologie, **4**, 649–694. 1914 (2. Aufl. 1921).
— Stammesgeschichte der Hautflügler. – Biolog. Zentralbl., **39**, 145–186. 1919.
— Die natürliche Schöpfungsgeschichte als Tokontologie. Ein Entwurf. 159 S. – Verlag Theodor Weicher, Leipzig, 1923.
— Buchbesprechung: Handbuch der Entomologie, Bd. III, Handlirsch, „Geschichte, Literatur, Technik, Paläontologie, Phylogenie, Systematik der Insekten." – In: Naturwiss., **13**, 435–437. 1925.
— Beiträge zu einem neuen System der Blattläuse. – Arch. klassif. phylogen. Ent., **1**, 115–194. 1930. (Zusammen mit Schilder; ein Gattungsverzeichnis.)
— Bearbeitung der Reblaus, *Dactylosphaera vitifolii* Schim. in: Sorauer, Handbuch d. Pflanzenkrankh., 4. Aufl., Bd. **5**, 2. Teil, 698–707 (s. S. 700). 1931.
— Bearbeitung der Reblaus, *Dactylosphaera vitifolii* Schim. in: Römer, Fuchs, Insenbeck, Die Züchtung resistenter Rassen der Kulturpflanzen. 1938 (s. S. 399–410).
— Neuer Beitrag zur Systematik und Stammesgeschichte der Blattläuse. – Abh. Naturwiss. Verein Bremen, **30**, 167–179. 1938.
— Die ersten reblausimmunen Rebenkreuzungen. – Angew. Botanik, **25**, H. 1 u. 2 (Schusterheft). 1943.
— u. Gollmick, F.: Blutlausimmune Naumburger Edelapfelzüchtungen. – Ebenda, S. 144–149.
— Europae centralis Aphides. Die Blattläuse Mitteleuropas. Namen, Synonyme, Wirtspflanzen, Generationszyklen. – In: Mitt. d. Thüringischen Botan. Ges., Weimar 1952. Heft 4, Beiheft 3, 1. u. 2. Lieferung. 488 S.
Bramstedt, F.: Der Nachweis der Blutlausanfälligkeit der Apfelsorten auf histologischer Grundlage. – Zeitschr. Pfl.krankh. u. Pfl.schutz, **48**, 480–488. 1938.
Brohmer, P.: Fauna von Deutschland. – Verlag Quelle u. Meyer, Leipzig. 1. Aufl. 1914 bis 6. Aufl. 1949.
Garcke, Aug.: Illustrierte Flora von Deutschland. 18. neubearb. Aufl., Verlag Paul Parey, Berlin, 1898.
Grassi, B.: s. Sorauer, Handbuch d. Pfl.krankh., 4. Aufl., Bd. 5, 2. Teil, 1931, S. 698 unten.
Handlirsch, A.: Geschichte, Literatur, Technik, Paläontologie, Systematik der Insekten. In: Handbuch d. Entomologie, herausgegeb. von Chr. Schröder, Bd. III, 1201 S., Verlag Gustav Fischer, Jena, 1925 (s. S. 126–127).
Hartmann: Es ließ sich nicht feststellen, welche Arbeiten von Hartmann Börner hier im Auge hatte.
Heriot, A. D.: Biological and morphological differences between *Eriosoma crataegi* (Oestlund) *lanigera* (Haus.). – Broc. Ent. Soc. B. C. Nr. 34, 11 S. 1938.
Hofmeister: Etwa in der Mitte des 19. Jahrh. – Es gilt hier das von Hartmann Gesagte.
Kylin: Es gilt das von Hartmann Gesagte.
Mordvilko, A.: s. Schriftenverzeichnis bei Börner 1952.
Patch, Edith M.: Wooly Aphid of the Apple. – Maine Agr. Exp. St. Orono Bull. 217, 173–188. 1913.
— Wooly Aphids of the elm. – Maine Agr. Exp. St. Orono Bull. 220, 259–273. 1913.
Petersen, W.: Beiträge zur Morphologie der Lepidopteren. – Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de St. Petersburg, **9**, Nr. 6. 1900.
Rothmaler, W.: Über das natürliche System der Organismen. – Biolog. Zentralbl., **67**, 242–250. 1948.
Schneider-Orelli, O. unter Mitwirkung von Roos, K. u. Wiesmann, R.: Untersuchungen über die Generationsverhältnisse der Fichtengallenlaus *Sacchiphantes (Chermes) abietis* L. – Vierteljahresschr. d. Naturf. Ges. Zürich, **83**, 29–107. 1938.

## Professor Karl Friederichs zum 80. Geburtstag

Am 13. Oktober vollendet Prof. Dr. KARL FRIEDERICHS, der nicht nur als angewandter Entomologe, sondern vor allem auch als führender Ökologe weit über die Grenzen Deutschlands bekannt geworden ist, sein 80. Lebensjahr. Alle, die wir das Glück hatten, unter seiner Leitung zu lernen und zu arbeiten, gedenken seiner an seinem Ehrentage mit besonderer Dankbarkeit. Seine Schüler und Mitarbeiter erhielten durch ihn nicht allein eine ausgezeichnete Fachausbildung, vor allem hat er sie gelehrt, auch bei der Erforschung von Einzelfragen nie den großen Zusammenhang, das Ganze aus dem Auge zu verlieren, auf das jedes Teilergebnis letzten Endes wieder bezogen werden muß.

Unser Jubilar wurde am 13. 10. 1878 in Wismar geboren und zeigte schon von Jugend an ein lebhaftes Interesse für die lebende Natur. Er studierte zwar zunächst die Rechte, war aber fest entschlossen, nicht Jurist zu bleiben. So begann FRIEDERICHS 1901 in Straßburg mit dem Studium der Naturwissenschaften, das er später in Rostock fortsetzte und 1905 mit der Promotion zum Doktor phil. abschloß. Nach kurzer Assistententätigkeit in Tübingen und Berlin war er von 1908 bis 1911 als Geschäftsführer des Brandenburgischen Fischereivereins tätig. Aber diese Tätigkeit war kein Nährboden für sein Streben. FRIEDERICHS nahm daher die günstige Gelegenheit wahr und ging als Kolonialbiologe nach Samoa, wo ihm die Aufgabe erwuchs, des indischen Nashornkäfers Herr zu werden, der damals als Schädling der Kokospalmen den Farmern dieser kleinen deutschen Kolonie viel zu schaffen machte. FRIEDERICHS wurde bereits in Jahresfrist durch richtigen Einsatz des insektenpathogenen Pilzes *Metarrhizium anisopliae* mit diesem Problem fertig.

Von Samoa aus unternahm er 1913 eine Reise durch das gesamte Verbreitungsgebiet des Nashornkäfers. Der Ausbruch des ersten Weltkrieges setzte der Fahrt ein plötzliches Ende und FRIEDERICHS wurde zuerst auf Madagaskar und später in Südfrankreich interniert, wo er seine Studien über die Beziehungen des genannten insektentötenden Pilzes zu seinen verschiedenen Wirtstieren unter den widrigsten Umständen unverdrossen fortsetzte. Nach Kriegsende habilitierte er sich an der Universität Rostock und wurde bereits zwei Jahre später zum a. o. Professor ernannt. Aber noch einmal zog es ihn

in die Tropen, diesmal nach Java, wo ihm das Studium des Kaffeebeerenkäfers *(Stephanoderes hampei)* drei Jahre festhielt. Nach Rostock zurückgekehrt, gründete FRIEDERICHS 1927 das Entomologische Seminar, dem die Aufgabe gestellt war, den Nachwuchs praktischer Entomologen heranbilden zu helfen.

Im Vordergrund stand die Ökologie der Insekten. FRIEDERICHS war der Überzeugung, daß die Entomologie nur dann zu einer wirklichen Wissenschaft werden kann, wenn sie auf der Ökologie aufbaut. Er führte die ökologische Denk- und Arbeitsweise in die Entomologie ein und wurde damit zum Begründer der ökologischen Forschung in der angewandten Zoologie überhaupt. Davon gibt sein zweibändiges Werk, *„Die Grundlagen und Gesetzmäßigkeiten der Land- und Forstwirtschaftlichen Zoologie"*, Zeugnis, das 1930 herauskam.

Heute hört sich das alles so einfach und selbstverständlich an. Damals aber war das etwas ganz Neues und fand daher nicht überall Verständnis und Zustimmung. Zuerst wurden die amerikanischen Entomologen auf die ökologische Denk- und Forschungsmethode aufmerksam und erkannten bald ihre Bedeutung und Tragweite. R. W. CHAPMAN kam selbst nach Rostock, um mit FRIEDERICHS persönlichen Kontakt aufzunehmen und lud ihn ein, an der Universität Minnesota Gastvorlesungen zu halten. Der führende amerikanische Entomologe war der Ansicht, daß FRIEDERICHS den dortigen Studenten der Entomologie etwas geben könne, das ihnen in Amerika sonst nicht zugänglich sei. Er meinte damit das ganzheitliche (synthetische) Denken, im Gegensatz zu dem üblichen rein analytischen. In der Tat fand FRIEDERICHS in Minnesota eine dankbare und aufmerksame Zuhörerschaft fortschrittlicher Studenten, und als er nach einem Jahr sich anschickte, wieder nach Rostock zurückzukehren, feierte man ihn durch eine von allen Kollegen unterschriebene Ehrenurkunde und machte ihn zum Ehrenmitglied der Fachvereinigung.

Nach seiner Rückkehr von Minnesota hat FRIEDERICHS seine Lehr- und Forschungstätigkeit am Entomologischen Seminar bis 1940 für längere Zeit nicht mehr unterbrochen. Im Mittelpunkt der Forschung standen die Großschädlinge des Kiefernwaldes, in erster Linie Kiefernspanner, Kieferneule und Kiefernspinner. Besondere Aufmerksamkeit ist in diesem Zusammenhange der Schutzwirkung des Mischwaldes geschenkt worden. Umfangreiche

vergleichend ökologische Untersuchungen über die Bevölkerungsbewegung dieser Schädlinge und ihre Abhängigkeit von den Außenbedingungen brachten Friederichs und seine Mitarbeiter der Lösung dieses Problems sehr nahe.

1940 wurde Friederichs als Ordinarius für angewandte Zoologie an die damalige Reichsuniversität Posen berufen. Nach dem Zusammenbruch trat er in den Ruhestand und nahm seinen Wohnsitz in der alten Universitätsstadt Göttingen, wo er nicht nur geistige Anregung, sondern auch vielerlei Möglichkeit wissenschaftlichen Gedankenaustausches finden konnte. In der Ruhe und Stille der Musenstadt konnte der nach prinzipieller Erkenntnis strebende Geist des großen Forschers am besten gedeihen. Ihn beschäftigten jetzt besonders naturphilosophische Fragen. Von der Ökologie zur Naturphilosophie ist ja nur ein kleiner Schritt. Die Lehre von den Beziehungen der Organismen führt zur Zusammenschau, zur Ganzheitsbetrachtung der Natur: Alles steht mit allem in Beziehung. So ergibt sich von selbst die Frage nach dem Sinn und der Wesenheit des Lebens, auf die Friederichs in seinem in den Jahren nach dem Zusammenbruch verfaßten Buch: *„Die Selbstgestaltung des Lebendigen"* eine Antwort zu geben versucht.

Die Krönung seines Lebenswerkes aber ist in dem umfassenden Werk einer *„Synthese der Natur"* zu sehen, das den Untertitel *„Versuch eines zusammenhängenden Bildes der Natur"* trägt. Es ist der grandiose Versuch einer Zusammenschau der lebendigen Natur. Denn hier wird es zum erstenmal unternommen, die Teilergebnisse der Biologie, insbesondere auch der Physiologie aufs Ganze, auf den Organismus und seine Umwelt zu beziehen und in ihrer Bedeutung zu erfassen. Ein einmaliges Werk, das zwar noch nicht abgeschlossen, aber weit fortgeschritten ist.

Nach äußerer Anerkennung zu streben, lag der bescheidenen Art unseres Jubilars fern. Aber er hat sich trotzdem darüber gefreut. Bereits 1927 wurde Friederichs zum auswärtigen Mitglied der Russischen Entomologischen Gesellschaft gewählt und im gleichen Jahre in den Beirat des damaligen Internationalen Landwirtschaftlichen Instituts delegiert. 1929 wurde er Ehrenmitglied der American Association of Economic Entomologists und 1935 Mitglied der Deutschen Akademie der Naturforscher in Halle. Seit 1952 ist Friederichs Ehrenmitglied der deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie und seit 1957 Ehrenpräsident dieser Vereinigung, nachdem ihm 1955 in Anerkennung seiner Verdienste um die angewandte Entomologie die „Karl-Escherich-Medaille" verliehen worden war.

Mögen unserem Jubilar noch viele erfolgreiche Jahre rüstigen Schaffens beschieden sein, möge er vor allem seine Schüler und Freunde noch recht lange auf ihrem Wege begleiten. Dies sei unser Wunsch zu seinem Ehrentage.

Bruno Schaerffenberg, Graz

## Professor Ernst Merker zum 70. Geburtstag

Am 22. September 1958 vollendet der Ordinarius für Forstzoologie an der Universität Freiburg i. Br. Prof. Dr. Ernst Merker sein 70. Lebensjahr. Er wurde 1888 in Worms a. Rh. geboren und besuchte dort die Schule. Nach dem Abitur widmete er sich dem Studium der Naturwissenschaften zunächst in München bei Hertwig und Goebel, dann in Heidelberg bei Bütschli, Klebs, Herbst und Driesch. Nach einem kurzen Aufenthalt an der Technischen Hochschule in Darmstadt wurde er in Gießen Schüler von Spengel, Demoll und hauptsächlich von S. Becher. Hier führte er das in Heidelberg begonnene Studium der vorklinischen Medizin weiter und beendete seine Studien in den naturwissenschaftlichen Fächern mit dem Staatsexamen für das höhere Lehrfach und durch eine zoologische Dissertation bei Becher.

Er nahm am ersten Weltkrieg teil, wurde aber noch während des Krieges in den hessischen Schuldienst übernommen und 1917 zum Lehramtsassessor ernannt. Im folgenden Jahre übernahm er eine Oberlehrerstelle am Gymnasium zu Bremerhaven. Die innigen Beziehungen zu seinem akademischen Lehrer Becher blieben all die Jahre aufrechterhalten. Nachdem dieser den Lehrstuhl für Zoologie in Gießen übernommen hatte, wurde Merker 1922 sein Assistent. Er widmete sich umfangreichen lichtbiologischen Untersuchungen, von denen besonders die für heutige Begriffe sehr aktuellen Experimente über den Einfluß kurzwelligen Lichtes auf die Tiere bahnbrechend genannt werden müssen. Damit verbunden waren ökologische Studien über einheimische Süßwassertiere. 1923 wurde Merker die Venia legendi erteilt und 1928 erhielt er einen Lehrauftrag für vergleichende Physiologie. Ein Jahr später wurde er zum a. o. Professor ernannt. In diese Zeit fällt ein längerer Studienaufenthalt im Institut für Biologie der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft in Berlin-Dahlem. Im Jahre 1937 übernahm er die a. o. Professur für Forstzoologie und Schädlingskunde in der Forstlichen Abteilung der Universität Gießen. 1940 wurde ihm der Harry-Kreismann-Preis, Berlin, für wissenschaftliche Leistung zuerkannt. 1941 folgte Merker einem Ruf auf den ordentlichen Lehrstuhl für Forstzoologie an der Universität Freiburg i. Br.

Hatte er sich in Gießen hauptsächlich hydroökologischen, lichtbiologischen und tierphysiologischen Arbeiten gewidmet, sah er sich nun einem völlig andersartigen Aufgabenkreis gegenüber. Aber gerade jetzt kamen

ihm seine umfassenden naturwissenschaftlichen Studien, die auch die Grenzgebiete der Biologie einschlossen, zustatten. Bewundernswert rasch arbeitete sich MERKER in die angewandte Forstzoologie ein, wie die große Anzahl der nun folgenden Arbeiten zeigt. Daß sie sich zunächst hauptsächlich mit dem großen Fichtenborkenkäfer befassen, war zwangsläufig bedingt: die große Borkenkäferkalamität bahnte sich an, und die Praxis brauchte Rat und Hilfe. In seinem grundlegenden Werk: „Die ökologischen Ursachen der Massenvermehrung des großen Fichtenborkenkäfers in Süddeutschland während der Jahre 1941 bis 1951", faßt MERKER seine und seiner Schüler umfangreiche Untersuchungen zusammen. Andere Arbeiten befassen sich mit den schädlichen Weißtannenläusen, der Fichtenblattwespe, mit Fragen des Forstschutzes gegen Insekten durch Düngung usw.

Bei allen Untersuchungen MERKERS zeigt sich ein Grundzug seines Schaffens: er studiert das Insekt im Zusammenhang mit seiner Umwelt, in der es lebt. So zeigt er gerade am Buchdrucker *(Ips typographus)* in beispielhafter Weise, inwieweit seine Entwicklung von Temperatur, Strahlung und Luftfeuchte abhängt und welch bedeutenden Einfluß die im Jahresablauf wechselnden physiologischen Zustände der Fichte auf seinen Massenwechsel ausüben. Daß die Vitalität der Fraßpflanze und somit die Brutbaumdisposition standortsbedingt sind, wird durch bodenkundliche Untersuchungen erwiesen. Diese Zusammenhänge klar erkannt und belegt zu haben, muß als sein besonderes Verdienst anerkannt werden. Im ganzen gelang es, die sehr komplexen Wechselwirkungen zwischen Standort, Fraßpflanze und Insekt weitgehendst aufzuklären. Indem MERKER in umfassender Schau die biotischen und abiotischen Faktoren berücksichtigt, die zum Lebensraum eines Schädlings gehören, ist es ihm zugleich möglich, natürliche Wege seiner Bekämpfung aufzuzeigen.

Mit seinen Arbeiten über die Anlockung forstschädlicher Insekten an ihre Fraßpflanzen griff er ein anderes sehr komplexes Problem auf, das große Bedeutung für die Schädlingsbekämpfung gewinnen kann.

Professor MERKER hat das von ihm aufgebaute Forstzoologische Institut in schweren Kriegs- und Nachkriegsjahren geleitet. Ende des Krieges wurde es durch Bomben zerstört, und es ist allein seiner Initiative zu danken, daß wertvolle Geräte, Bücher und Sammlungen aus dem Schutt gerettet wurden. Der zäh und eifrig betriebene Wiederaufbau seines Institutes wäre sonst nicht so rasch möglich gewesen.

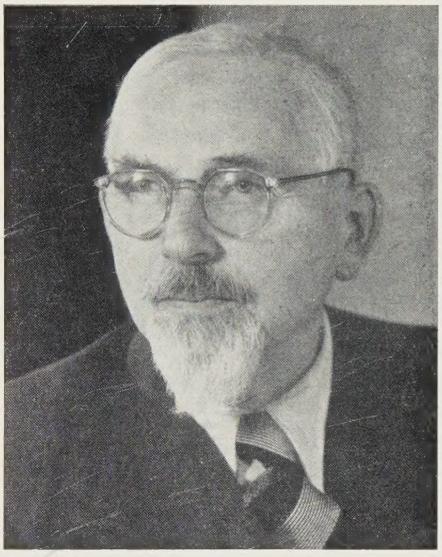
Professor MERKER ist nicht nur ein hervorragender Forscher und Lehrer, er ist auch ein gütiger Mensch. Seinen Mitarbeitern und Schülern schenkte er aus der Überfülle seiner Ideen stets hilfreich Anregung und Rat. Sie bewundern an ihm seine Ausdauer, mit der er ein geplantes Ziel verfolgt, und sein hervorragendes Gedächtnis.

So entbieten wir ihm zu seinem 70. Geburtstag dankbare Grüße, verbunden mit dem Wunsche, seine Spannkraft und Gesundheit mögen ihm noch lange erhalten bleiben, damit er noch viele seiner Pläne verwirklichen kann.

O. EICHHORN

## Professor Heinrich Prell 70 Jahre

In diesem Jahr – 1958 – blickt der ordentliche Professor für Zoologie Dr. phil. Heinrich Bernward Prell auf mehrere bedeutsame Ereignisse zurück. Am 11. Oktober vollendet er sein 70. Lebensjahr, vor 50 Jahren erschien seine erste wissenschaftliche Veröffentlichung, 45 Jahre sind seit seiner Promotion vergangen, vor 35 Jahren wurde er zum ordentlichen Professor und Ordinarius für Zoologie an das Zoologische Institut in Tharandt berufen. Seine Mitarbeiter, Schüler und Freunde gedenken anläßlich seines 70. Geburtstages in Verehrung und Dankbarkeit des Jubilars und wünschen ihm noch recht viele Jahre für seinen Lebensabend in voller Gesundheit und Schaffenskraft.



Heinrich Prell wurde am 11. Oktober 1888 in Kiel geboren. Nach Absolvierung des Gymnasiums zum Heiligen Kreuz in Dresden, wohin seine Eltern, der Geheime Rat Hermann Prell, als Professor an der Akademie für bildende Künste mit seiner Ehefrau Sophie, geb. Sthamer, übersiedelt waren, studierte er in Freiburg i. Br., München und Marburg Naturwissenschaften und Medizin. Im Jahr 1910 legte er in Freiburg seine medizinische Vorprüfung ab, im Jahr 1913 promovierte er in Marburg zum Dr. phil. Noch im gleichen Jahr wurde er Assistent von Professor Escherich in Tharandt und erhielt damit seine erste Verbindung zur Forstzoologie, die später zu seinem Lebenswerk werden sollte.

Im Jahr 1914 habilitierte sich Heinrich Prell in Tübingen als Assistent von Prof. Blochmann. Während des ersten Weltkrieges war er als Feldunterarzt in Ulm und Stuttgart in bakteriologischen Instituten tätig, im Jahr 1919 wurde er zum a. o. Professor für Zoologie und vergleichende Anatomie in Tübingen ernannt.

Am 1. April 1923 erfolgte die Berufung von Heinrich Prell an die Forstliche Hochschule Tharandt. Das ihm damals übertragene Ordinariat verwaltet er nach seiner im Vorjahr erfolgten Emeritierung noch heute. Wiederholt hat er akademische Ehrenämter bekleidet, von 1927 bis 1929 war er Rektor der Forstlichen Hochschule in Tharandt bis zu deren Anschluß an die Technische Hochschule Dresden, im Jahre 1945 und von 1948 bis 1949 De-

kan der forstwissenschaftlichen Fakultät der Technischen Hochschule Dresden. Im Jahr 1951 wurde er zum Mitglied der Sächsischen Akademie der Wissenschaften ernannt.

Als Direktor des Zoologischen Instituts in Tharandt war HEINRICH PRELL gleichzeitig mit der Leitung der Zoologischen Abteilung der Forstlichen Versuchsanstalt in Tharandt beauftragt. Darüber hinaus schloß er seinem Institut an: eine Forschungsstelle für Pelztierkunde, eine Forschungsstelle für Bienenseuchen und die Staatliche Hauptstelle für forstlichen Pflanzenschutz. Es sei in diesem Zusammenhang die Gattin von HEINRICH PRELL, Dr. phil. Adrienne, geb. Köhler, besonders erwähnt, die ihm nicht nur als Assistentin in der Forschungsstelle für Bienenkunde zur Seite gestanden hat, sondern im ganzen wissenschaftlichen Leben ein getreuer Lebenskamerad war und ist.

Nach dem zweiten Weltkrieg übernahm HEINRICH PRELL für mehrere Jahre auch die Leitung des Zoologischen Institutes der T. H. Dresden.

Die Forschungsrichtung von HEINRICH PRELL wurde wesentlich durch seine Lehrer: Weismann, Hertwig und Korschelt beeinflußt. Besondere Impulse gaben ihm ferner seine Auslandsreisen, von denen genannt seien: Meeresbiologische Kurse in Bergen (1908, 1909), Studienreise nach Ostafrika (1910), in den Kaukasus (1912) sowie nach den USA und nach Kanada (1926).

Die über 300 Veröffentlichungen von HEINRICH PRELL zeugen von seinen vielseitigen Interessen. Probleme der Genetik, bakteriologisch-medizinische Fragen, die Biologie der Pelztiere, Probleme der Pelztierzucht und der Jagdtierkunde, die Fortpflanzungsbiologie der Carnivoren, Morphologie und Anatomie der Insekten, Systematik der Dynastinen, Biologie der Rhynchitinen und der Cioninen, angewandt-entomologische Fragen (vor allem über Lärchenwickler, Nonne, Tachiniden), Seuchen der Honigbiene, biologische Probleme der Bienenzucht, die historische Zoologie waren Themen seiner Veröffentlichungen.

HEINRICH PRELL ist Zoologe. Er vertritt als Lehrer das Fach der angewandten Zoologie, aber er hat niemals vergessen, daß es keine Trennung zwischen der angewandten und der reinen Zoologie gibt. Er ist einer unserer letzten Vertreter, die es verstehen, die Verbindung zwischen reiner Zoologie und angewandter Zoologie aufrechtzuerhalten und beide Disziplinen zu vereinen.

Als Forscher ist HEINRICH PRELL weit über die Grenzen Deutschlands hinaus bekannt geworden. Als Lehrer hat er Generationen von deutschen und ausländischen Forstmännern in die Zoologie eingeführt. Anläßlich seines 70. Geburtstages gedenken daher Zoologen und Forstmänner in der ganzen Welt seiner.

H.-W. NOLTE

**Eine wesentliche Hilfe bei der Auswertung fremdsprachiger Literatur**
*leistet das Spezialwörterbuch:*

## Vocabularium polyglottum vitae silvarum

*Waldbiologisches Fachwörterbuch*
*auf der Grundlage der wissenschaftlichen Nomenklatur*

Latein – Deutsch – Französisch – Englisch – Spanisch – Russisch

Von Risa v. Litschauer

1955 / 126 Seiten / In Ganzleinen 24,– DM

„Das erstklassig ausgestattete Buch will einem internationalen Leserkreis von Forstbiologen, d. h. Forstzoologen, Mykologen, Ornithologen, Botanikern und Entomologen, bei der Durchsicht vielsprachiger Literatur helfen und die Leser außerdem instand setzen, auch ihrerseits Arbeiten in mehreren Sprachen veröffentlichen zu können .... Für die genannten Fachgebiete füllt das Buch eine schmerzlich empfundene Lücke aus .... Das Werk kann daher nur auf das allerwärmste begrüßt werden. Es wird nicht verfehlen, seinen entscheidenden Beitrag zur Koordinierung der weltweiten Wissenschaftsgebiete zu leisten."

*Zeitschrift für Weltforstwirtschaft*

„Forstleuten und Waldbiologen, die sich mit dem Studium fremdsprachiger Schriften beschäftigen, wird das neue Fachwörterbuch ein unentbehrlicher Behelf sein, dessen Anschaffung nur empfohlen werden kann." *Österr. Vierteljahresschrift für Forstwesen*

**„Zahlen, die man braucht"**
*veröffentlicht aus allen Bereichen der Forst-, Land- und Ernährungswirtschaft:*

## Statistisches Jahrbuch 1957
### über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten der Bundesrepublik Deutschland

*Herausgegeben vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten*

Bearbeitet in der Abteilung VI „Planung und Wirtschaftsbeobachtung" unter Leitung von Ministerialdirektor Dr. K. Häfner

Zusammenstellung und Redaktion: Dr. G. Thiede

1958 / 282 Seiten mit 438 Tabellen / In Ganzleinen 36,– DM

Das neue Jahrbuch wurde gegenüber dem bereits im Frühjahr 1956 erschienenen „Statistischen Handbuch über Landwirtschaft und Ernährung der Bundesrepublik Deutschland" um den Abschnitt 6 „Forst- und Holzwirtschaft" ergänzt. Dieser Abschnitt enthält alle wichtigen Zahlenzusammenstellungen über:

Betriebe mit Waldflächen nach der Größe der gesamten Betriebsfläche wie nach der Größe der Waldflächen – Verteilung der Hochwaldflächen einschl. Plenterwald nach Altersklassen – Zusammensetzung der Holzbodenfläche nach Holz-, Betriebs- und Besitzarten – Hiebsatz, Einschlagprogramm und Isteinschlag der Forsten – Holzeinschlag – Aufforstung von Kahlflächen und Ödland – Preisentwicklung einiger Holzsorten seit der Preisfreigabe – Durchschnittserlöse für Rundholz in den Staatsforsten – Waldbrände – Im Forstdienst beschäftigte Beamte, Angestellte und Beamtenanwärter – Strukturdaten und Zahl der holzbearbeitenden Betriebe – Beschäftigte in den holzbearbeitenden Betrieben – Erzeugung von Sperrholz, Holzfaserplatten, Holzspanplatten, Schnittholz und Furnieren – Rundholzverbrauch der Säge-, Sperrholz- und Furnierwerke – Holzverbrauch der Holzspan- und Holzfaserplattenwerke – Versorgungsbilanz für wichtige Holzerzeugnisse – Holzeinfuhr und -ausfuhr

„Wenn man das vorliegende Jahrbuch auf seinen Inhalt geprüft hat, bestätigt man gern, daß es von unschätzbarem Wert ist." *Berichte über Landwirtschaft*

VERLAG PAUL PAREY · BERLIN UND HAMBURG

**Eine bedeutsame Neuerscheinung**

*für Biologen, Mediziner und für jeden biologisch interessierten Menschen:*

# Die Entwicklung zum Menschen

*Evolution, Abstammung und Vererbung*
*Ein Abriß*

Von Dr. Theodosius Dobzhansky
Professor of Zoology and Member of the Institute for the Study of Human Variation
Columbia University

Aus dem Amerikanischen übersetzt von
Hanna Schwanitz

Herausgegeben und bearbeitet von
Dr. Franz Schwanitz
Professor am Staatsinstitut für angewandte Botanik in Hamburg

1958 / 407 Seiten mit 215 Abbildungen / In Ganzleinen 32,– DM

Dieses meisterhaft geschriebene Buch ist in der amerikanischen Originalausgabe bereits in zwei großen Auflagen erschienen. In ihm behandelt einer unserer führenden Genetiker die Entwicklung der Evolutionsforschung von Darwin bis zum heutigen Stand, wobei er die Evolution nicht als etwas Abgeschlossenes darstellt, sondern als etwas Lebendiges, das sich auch in Gegenwart und Zukunft weiter entwickelt. Als Lehrbuch für Biologen, Mediziner, Landwirte und Lehrer bestimmt, erfüllt es zugleich eine doppelte Aufgabe als Lesebuch auch für jeden biologisch Interessierten mit nicht mehr als elementaren biologischen Kenntnissen. Lassen schon ein faszinierend klarer Stil und ein hervorragendes Ineinandergreifen von Wort und Bild selbst schwierigere Gedankengänge übersichtlich und verständlich werden, so erleichtert Dobzhansky den Zugang zu seinem Werk noch auf einem anderen, neuartigen Wege: Da jede Evolution auf biologischem Gebiet auf genetischen Veränderungen beruht, stellt er an die Spitze seiner Darstellung die Behandlung der genetischen Grundlagen, von denen aus er die verschiedenen Erscheinungen des Evolutionsgeschehens ableitet. Auf diese Weise vermittelt er ein geschlosseneres und allgemein verständlicheres Bild der Evolution als sonst üblich, insbesondere des Menschen und damit zugleich der Kultur. Dobzhansky hat somit ein Lehr- und Lesebuch geschaffen, von dem Besprechungen beim Erscheinen der Originalausgabe sagten, es sollte in jeder Sprache für Studium und Allgemeinlektüre zugänglich sein.

VERLAG PAUL PAREY · BERLIN UND HAMBURG